# NOVA ELETRONICA

Nº 10 · DEZEMBRO · 77

COM SUPLEMENTO **Revista BYTE**

***SUPLEMENTO BYTE***
*8080, UM NOVO CAMINHO ABERTO*
*O QUE SÃO AS «BULK MEMORIES»?*

***VEJA COMO SÃO FEITAS AS FITAS MAGNÉTICAS***
***NOVOS MÓDULOS PARA RELÓGIOS DIGITAIS***
***NOVOS INTEGRADOS PARA ÁUDIO***

***MINI ÓRGÃO ELETRÔNICO***

***LUZES SEQUENCIAIS***

***CAMPING-LUX***

Cr$ 25,00

***CURSO DE ÁUDIO*** — *9.ª LIÇÃO*
***CURSO DE TÉCNICAS DIGITAIS*** — *4.ª LIÇÃO*
***CURSO SOBRE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO*** — *1.ª LIÇÃO*

Manaus, Santarém, Rio Branco, Altamira, Boa Vista, Macapá, Porto Velho (via aérea) Cr$ 35,00

# MÚSICA EM ALTA FIDELIDADE

## Construa sua própria caixa acústica, igual as melhores importadas.

A **"NOVIK"**, empresa líder na fabricação de alto-falantes especiais de alta fidelidade, lhe oferece

**1- GRÁTIS, 4 valiosos projetos de caixas acústicas** desenvolvidos e testados em laboratório, usando seus próprios sistemas de alto-falantes, encontrados nas melhores casas do ramo.

## Instale o melhor som em alta fidelidade no seu carro.

A **"NOVIK"**, fabricante da melhor e mais extensa linha de alto-falantes especiais para automóveis: woofers, tweeters, mid-ranges e full-ranges até 30 watts de potência, põe a sua disposição

**2- GRATUITAMENTE, folheto explicativo do sistema de alto-falantes mais apropriado para seu carro e forma correta de instalação.**

## Monte sua caixa acústica especial para instrumentos musicais.

**3- GRÁTIS os 6 avançados projetos de caixas acústicas especiais para guitarra, contra-baixo, orgão e voz,** elaborados com sistemas de alto-falantes **"NOVIK"**.

ESCREVA PARA:

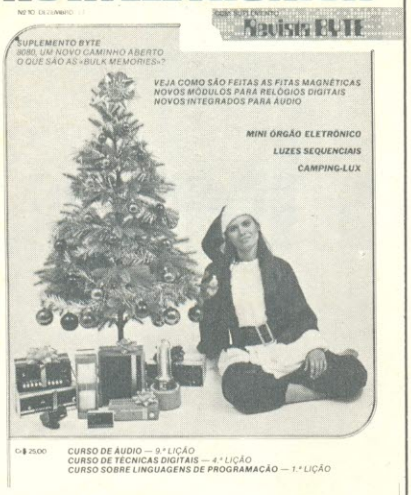
**NOVIK S.A.**

**INDÚSTRIA E COMÉRCIO**

Cx. Postal: 7483 - São Paulo

SÃO OS MESMOS PROJETOS E SISTEMAS DE ALTO-FALANTES QUE A **"NOVIK"** ESTÁ EXPORTANDO PARA 14 PAÍSES DE 4 CONTINENTES, CONFIRMANDO SUA QUALIDADE INTERNACIONAL.

# NOVA ELETRONICA





Diretor Responsável
e Superintendente
**LEONARDO BELLONZI**
Assessor Técnico e Redator
**JULIANO BARSALI**
Diagramação
**AURO COSTA**
Desenhos
**CARLOS W. MALAGOLI**
Past-up
**JOÃO BATISTA RIBEIRO F.º**

**CONSULTORIA TÉCNICA:**
Cláudio César Dias Baptista
Geraldo Coen
Joseph E. Blumenfeld
Juliano Barsali
Ko Ming Cho
Leonardo Bellonzi

**CORRESPONDENTE EM NEW YORK**
Guido Forgnoni
**COMPOSIÇÃO**
J.G. Propaganda
Rua Santo Amaro, 608
**IMPRESSAO:**
Abril S.A. Cultural e Industrial

**DISTRIBUIÇÃO NACIONAL:**
Abril S.A. Cultural e Industrial
R. Emílio Goeldi, 575

**NOVA ELETRÔNICA** é uma publicação de propriedade de **EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda.** Redação, Administração e Publicidade: R. Aurora, 171 — 2.º andar — CJ. 5 — salas 2 e 3.

**TODA CORRESPONDÊNCIA DEVE SER EXCLUSIVAMENTE ENDEREÇADA A:**
NOVA ELETRÔNICA
CX. POSTAL 30.141
01000 — S. Paulo — SP
Registro n.º 9.949-77 P153



# NOVA ELETRONICA


## SUMÁRIO


379/3 Luzes Seqüenciais

387/11 Camping-lux

391/15 Não está nos livros!

**SEÇÃO DO PRINCIPIANTE**

392/16 Mini órgão para montar, em kit

398/22 Os multímetros analógicos continuam firmes

402/26 TDA 2010, TDA 2020: Alta fidelidade nos integrados de potência para áudio

406/30 Entendendo as relações sinal/ruído em gravadores

410/34 Os tirístores na indústria — conclusão

413/37 Supressão dos transientes de tensão

418/42 Fibras óticas e sua aplicação às comunicações

421/45 Os capacitores de tântalo

425/49 Confecção das fitas magnéticas — 1.ª parte

431/55 Os novos módulos de relógios digitais

**ENGENHARIA**

437/61 Cinco tecnologias e os integrados LSI — 2.ª parte

**SUPLEMENTO BYTE**

446/70 O que são as «bulk memories»?

451/75 Linguagens de programação — lição 1

454/78 8080, um novo caminho aberto

459/83 Curso de técnicas digitais — 4.ª lição

472/96 Curso de áudio — 9.ª lição



**Todos os direitos reservados; proibe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações desta publicação, assim como traduções e adaptações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos Editores; apenas é permitida a realização para aplicação dilentatistica ou didática. Não assumimos nenhuma responsabilidade pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patentes. Em virtude de variações de qualidade e condições dos componentes, os Editores não se responsabilizam pelo não funcionamento ou desempenho deficiente dos dispositivos montados pelos leitores. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica nem comercial; os protótipos são minuciosamente provados em laboratório próprio antes de suas publicações. NÚMEROS ATRASADOS: preço da ultima edição à venda, por intermédio de seu jornaleiro, no Distribuidor ABRIL de sua cidade. A Editele vende números atrasados mediante o acréscimo de 50% do valor da última edição posta em circulação. ASSINATURAS: não remetemos pelo reembolso, sendo que os pedidos deverão ser acompanhados de cheque visado pagável em S. Paulo, mais o frete registrado de superfície ou aéreo, em nome da EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda. Temos em estoque somente as últimas seis edições (veja as páginas internas).**

AGORA VOCÊ JÁ PODE ADQUIRIR EM

# PORTO ALEGRE

## KITS NOVA ELETRÔNICA

PELOS PREÇOS DA REVISTA

TODAS AS "FAMILIAS" DE

## CIRCUITOS INTEGRADOS

C.MOS, TTL, LINEARES, TRANSISTORES, TIRISTORES, DIODOS E INSTRUMENTOS ELETRÔNICOS

## ESTOQUE COMPLETO E VARIADO

## PELOS MELHORES PREÇOS

## CONDIÇÕES PARA FORNECIMENTO

### FORA DA CAPITAL

Material diverso — pedido mínimo Cr$ 300,00
Kit's Nova Eletrônica — qualquer valor

### FORMA DE PAGAMENTO

Cheque visado pagável EM PORTO ALEGRE
(enviar Cr$ 20,00 para despesas de embalagem)
Reembolso aéreo (por telefone ou carta)
Vale Postal (enviar Cr$ 20,00 para despesas de embalagem)
Não atendemos pelo «Reembolso Postal»
Preços sujeitos a alterações.
Cópias de características técnicas Cr$ 10,00 por tipo.

DIGITAL - Componentes Eletrônicos Ltda.
Rua da Conceição, 381
90000 Porto Alegre, RS
Telefone (0512) 24-4175

DIGITAL

SEQUENCIAIS

# LUZES SEQUENCIAIS

**Um efeito tão fascinante quanto o das Luzes Psicodélicas e da «Strobo».**

- 4 canais
- Funciona tanto em 110 como em 220 volts
- Possui controle de velocidade de luz
- 500 W por canal, em 110 V
  1 kW por canal, em 220 V

Nova Eletrônica
APROVADO
LABORATÓRIO

No conjunto das Luzes Psicodélicas, o efeito é baseado no movimento e na cor das luzes, que variam de acordo com a melodia que as faz funcionar.

Na «Strobo», temos lampejos de luz forte, com uma freqüência controlada, que nos dão a impressão daquele movimento «quebrado» nas pessoas e objetos.

Já nas Luzes Seqüenciais, o efeito baseia-se na cor das luzes e, também, na maneira como foram dispostas, ou seja, no arranjo do conjunto de lâmpadas. Conclui-se, desta maneira, que este conjunto requer uma certa dose a mais de imaginação por parte do montador, para que o efeito apareça em sua plenitude. O resultado final é, realmente, surpreendente.

SEQUENCIAIS

Logo mais, daremos algumas «dicas» de montagens para o conjunto de lâmpadas. Por enquanto, vamos ver, com um pouco mais de calma, o que são as Luzes Seqüenciais.

Tomemos como exemplo o nosso próprio kit de Luzes Seqüenciais, que possui quatro canais, imaginando uma lâmpada conectada a cada canal. Assim, teremos um total de 4 lâmpadas no circuito. Quando o conjunto está ligado, as lâmpadas acendem-se em sucessão, uma por vez, ou seja: a primeira lâmpada acende e vai se apagar quando a segunda acender; esta, será apagada apenas ao acendimento da terceira, e assim por diante; ao se apagar a quarta lâmpada, a primeira estará acesa novamente, dando início a um novo ciclo.

O circuito possui também um controle de velocidade, que comanda a velocidade com que a luz «corre» pelas lâmpadas, isto é, a rapidez com que as lâmpadas acendem e apagam.

Agora, tente imaginar as possibilidades deste circuito. Claro que com apenas quatro luzes, o efeito parece um tanto pobre; mas, e se forem adicionadas mais lâmpadas? Como você já deve saber, o circuito tem uma capacidade de até 500 W por canal (isso, em 110 V , porque em 220 V, a capacidade dobra), o que significa a possibilidade de se conectar até 5 lâmpadas de 100 W **por canal**, ou seja, 20 lâmpadas, no total.

Daí, variando as cores das lâmpadas e distribuindo-as de maneiras determinadas (desenhos geométricos, por exemplo), a verdadeira capacidade do circuito é revelada. Linhas contínuas, retas, curvas, círculos, quadrados, cruzes, em azul, verde, vermelho, amarelo, branco, tudo isso é possível de se conseguir com as Luzes Seqüenciais; basta dar asas à imaginação.

Falando em imaginação, aqui estão algumas idéias que prometemos dar, para o monta-

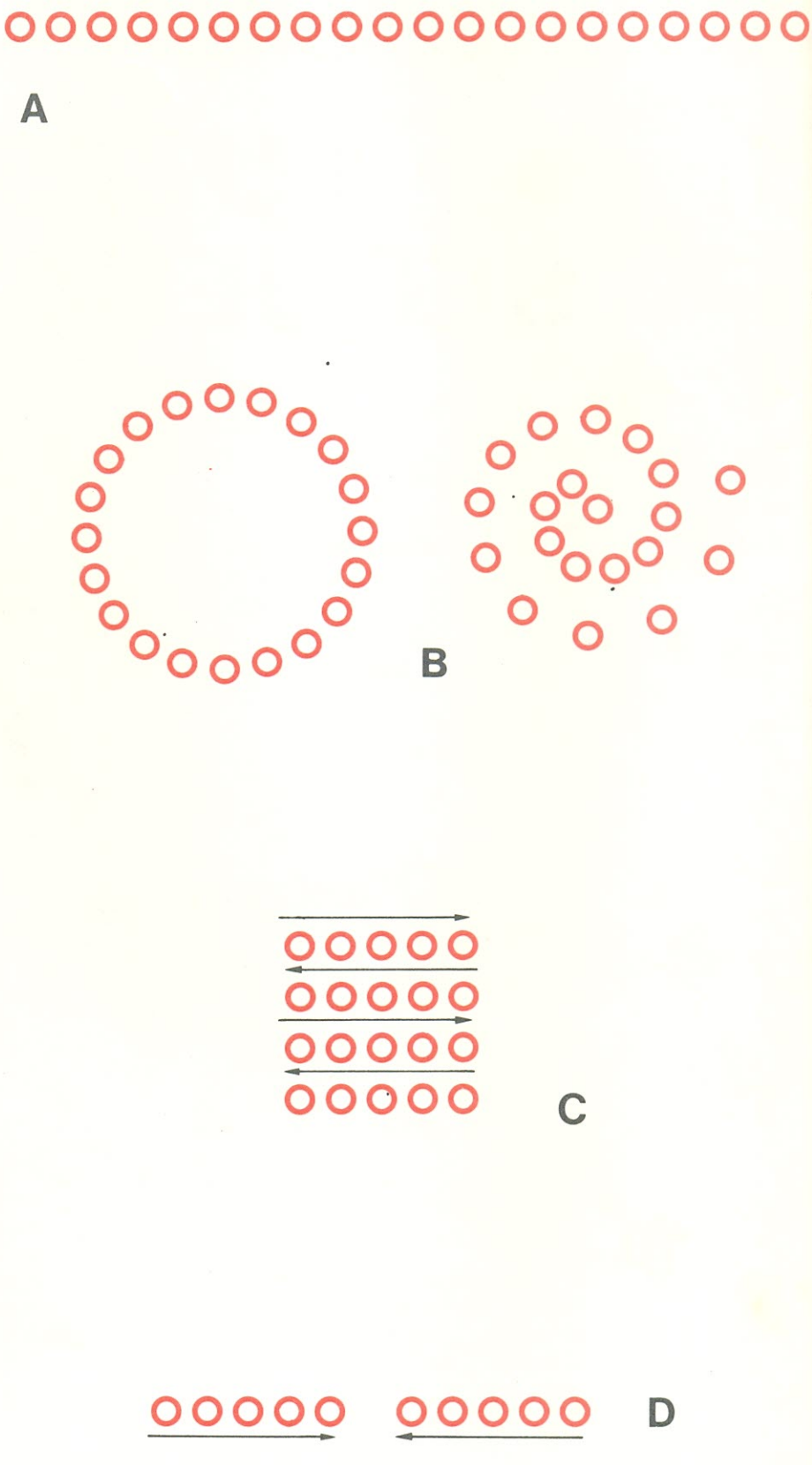
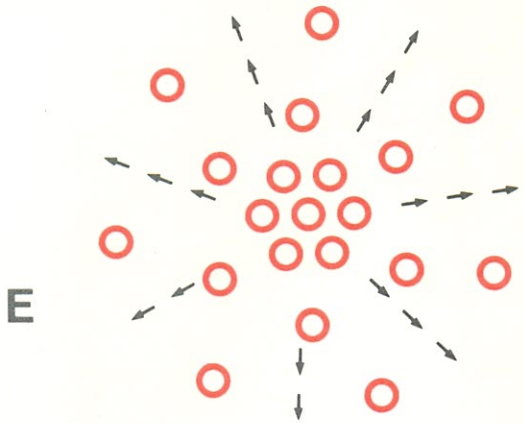
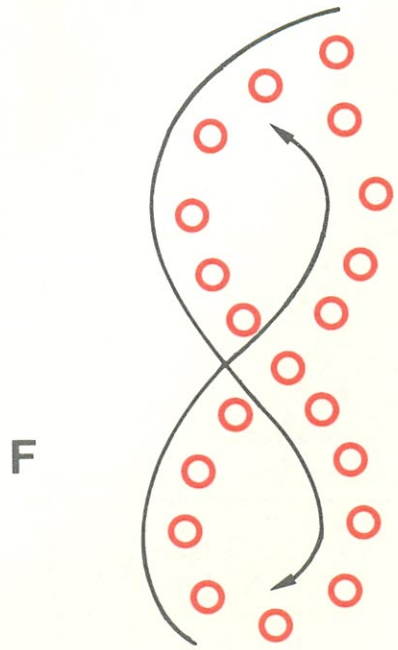


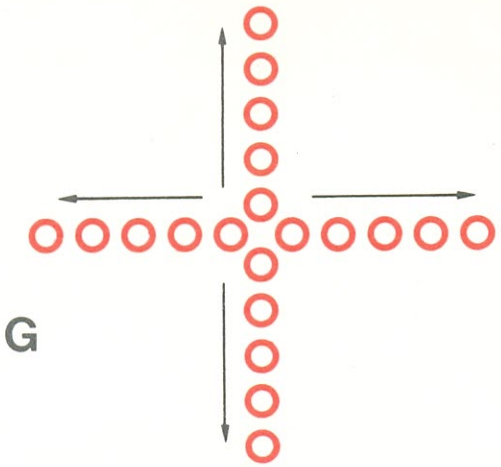

**FIGURA 1** **As setas indicam o sentido de deslocamento da luz.**



E



F



G

dor aproveitar ou, então, modificar à sua vontade (fig. 1).

No esquema A, as lâmpadas foram dispostas em uma linha reta única, contínua; o efeito resultante nos dá a impressão de uma luz «correndo» por todas as 20 lâmpadas;

No esquema B, as mesmas 20 lâmpadas foram dispostas em círculo, «fechando» o caminho da luz; a espiral também é uma boa opção;

O esquema C já é um pouco diferente; as lâmpadas foram distribuídas em quatro linhas, com a luz se movimentando em sentidos alternados, isto é, na primeira linha, a luz se move para a direita; na segunda linha, para a esquerda e, na terceira, para a direita novamente, e assim por diante. Este efeito se torna ainda mais interessante se for utilizada uma cor diferente para cada linha;

A alternativa do esquema D é uma variação do anterior, mas produz um grande efeito; as linhas de lâmpadas estão colocadas uma em frente à outra, e novamente a luz se desloca em sentidos diferentes (a luz parece se «chocar», no ponto de encontro das linhas);

Ainda mais interessante, é a sugestão dada pelo esquema E; é um efeito muito visto em lojas de equipamentos para bailes, porém em tamanho menor. Nós o batizamos de «círculo crescente», pois as lâmpadas estão dispostas em círculos concêntricos e a luz se move para fora, dando a impressão de que os círculos crescem; nada impede, também, que se faça um «círculo decrescente»;

As figuras irregulares também são fáceis de se obter com as Luzes Seqüenciais; um bom exemplo é ilustrado pelo esquema F;

Por fim, temos o esquema G; a idéia aqui foi a de fazer uma cruz, com a luz se movimentando em direções convergentes

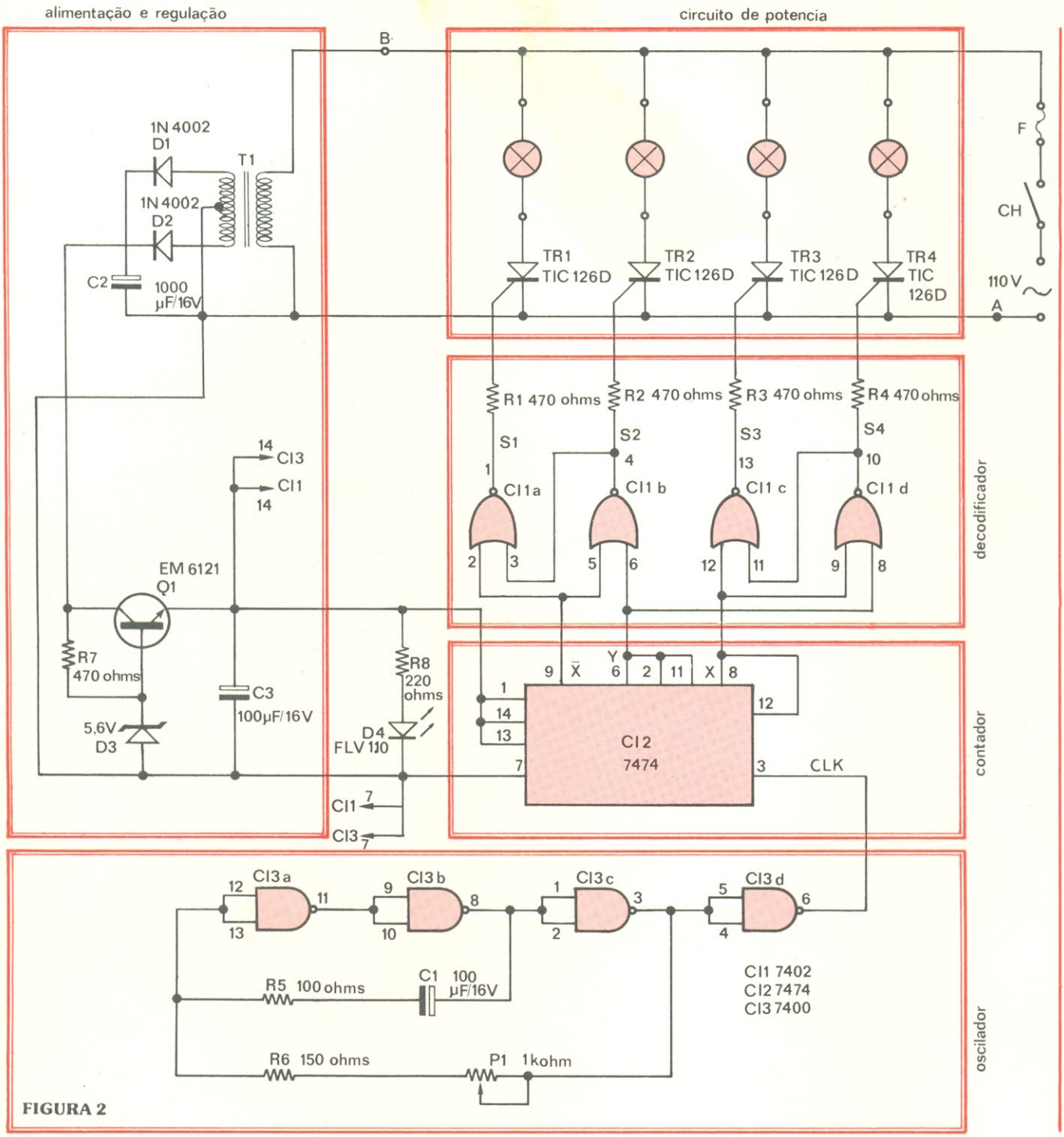



**FIGURA 2**

(ou divergentes), como indicam as setas no desenho.

Os exemplos dados serviram para ilustrar as possibilidades deste circuito; mais à frente, no final do artigo, daremos alguns detalhes gerais sobre a conexão das lâmpadas ao sistema.

Podemos ver, agora, como funciona «por centro» este aparelho.

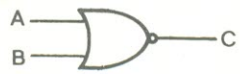
**Funcionamento**

Na figura 2, está representado o circuito completo das Luzes Seqüenciais, já dividido em blocos, para facilitar as explicações.

As portas NE (ou NAND) CI3a, CI3b e CI3c formam um **oscilador**, que gera um sinal de onda quadrada; a freqüência desse sinal pode ser variada por intermédio do potenciômetro P1 (este potenciômetro é o controle de velocidade do circuito).

A porta NE CI4d, ligada como inversor, inverte o sinal vindo do oscilador, para enviá-lo ao estágio do contador.

O **estágio contador**, formado pelo integrado CI2, é um «flip-flop» tipo D, duplo, conectado na forma de um contador por 4. As saídas deste estágio apresentam duas diferentes divisões




| A | B | C |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

**FIGURA 3**

do sinal de entrada: a saída Y fornece uma divisão por 2 e a saída X, uma divisão por 4 do sinal de entrada; a saída $\overline{X}$ é o inverso da saída X.

O **estágio decodificador** é composto por quatro portas NOU (ou NOR) de duas entradas; essas portas combinam os sinais vindos das saídas X, Y e X, do contador, de modo a disparar de maneira correta os SCR's do circuito de potência.

Na figura 3, temos a tabela da verdade de uma porta NOU, que vai ajudar muito a interpretação do diagrama de sinais da figura 4. Essas duas figuras reunidas fornecem uma boa visão do que acontece nos estágios do contador e do decodificador.

Os sinais S1, S2, S3 e S4 vão provocar o disparo dos tirístores, um por vez e em seqüência, como se vê na própria figura 4. Tais sinais têm origem na combinação dos três que falamos anteriormente:

S1 é formado pela combinação dos sinais $\overline{X}$ e S2, em uma porta NOU (CI1a);
S2 é formado pela combinação de $\overline{X}$ e Y, na porta CI1b;
S3 é formado pela combinação de X e S4, na porta CI1c;
S4 é formado pela combinação de X e Y, na porta CI1d.

O **circuito de potência** recebe esses sinais nos «gates» dos tirístores TR1, TR2, TR3 e TR4, que são disparados em sucessão, e acendem, portanto, as

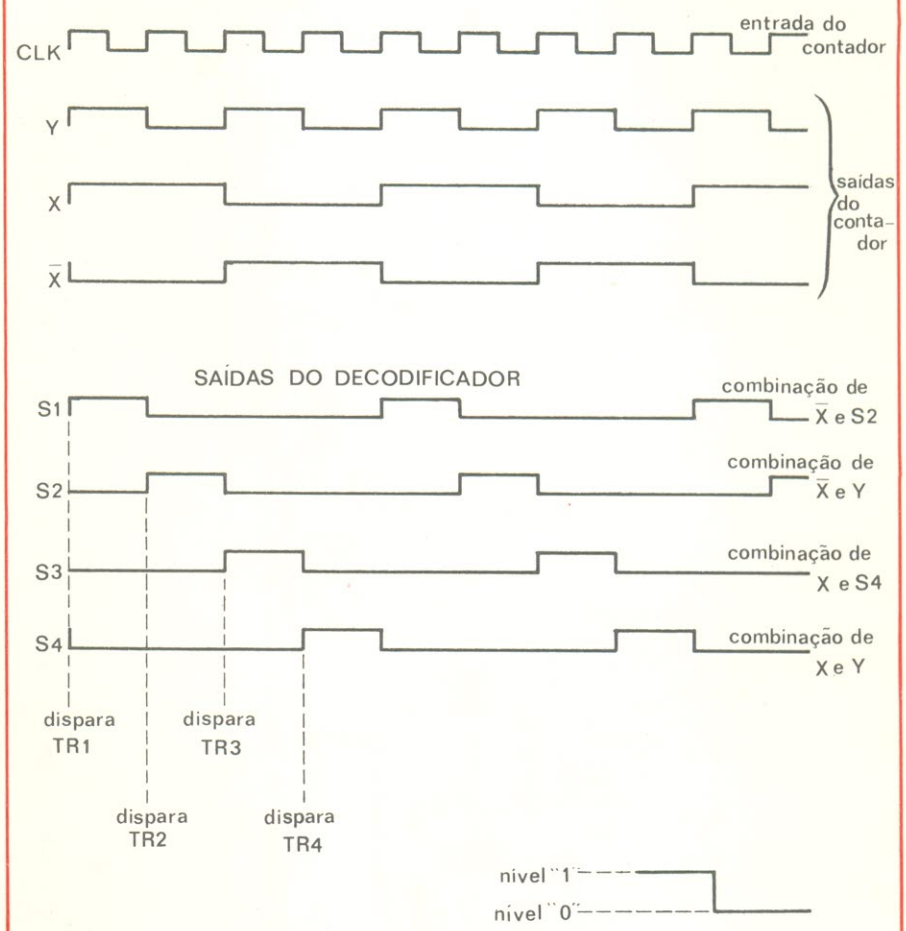



**FIGURA 4**

lâmpadas em seqüência, dando a impressão de que a luz está «correndo» por elas. Se houver várias lâmpadas ligadas em paralelo no mesmo canal, acenderão ao mesmo tempo; isto vai tornar possíveis os efeitos que já descrevemos.

O **circuito de alimentação** vai fornecer a tensão adequada ao funcionamento dos circuitos integrados. O transformador T1, os diodos D1 e D2 e o capacitor C1 formam uma fonte não-regulada de 8 volts; o transistor Q1, o diodo zener D3 e o resistor R7 constituem um regulador de tensão, que estabiliza a tensão de alimentação em 5 volts, como exigem os integrados da lógica TTL.

O diodo emissor de luz (LED) D4, juntamente com R8, funciona como um piloto da tensão, ou seja, indica quando o circuito está em operação.

O funcionamento do circuito, como se vê, não é dos mais difíceis. A montagem não o será, também, se for feita com calma e atenção.

## Montagem

Comece por observar a figura 5; ela reproduz a placa de circuito impresso, fornecida juntamente com o kit das Luzes Seqüenciais, vista pelo lado dos componentes. A face cobreada da placa aparece em cor, como se estivéssemos olhando a mesma contra a luz.

A montagem deve ser iniciada pela soldagem dos resistores em seus lugares. Antes de começar, porém, veja se você tem o equipamento mínimo necessário à soldagem das peças, tal co-

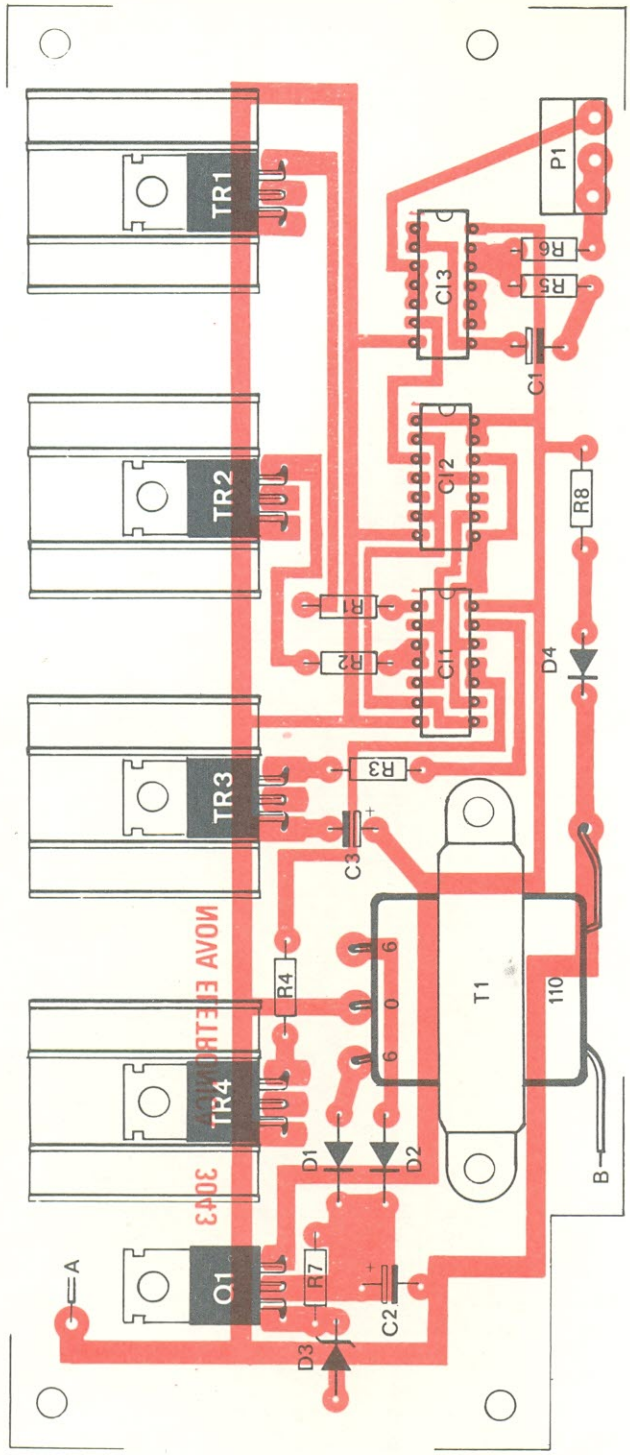



FIGURA 5

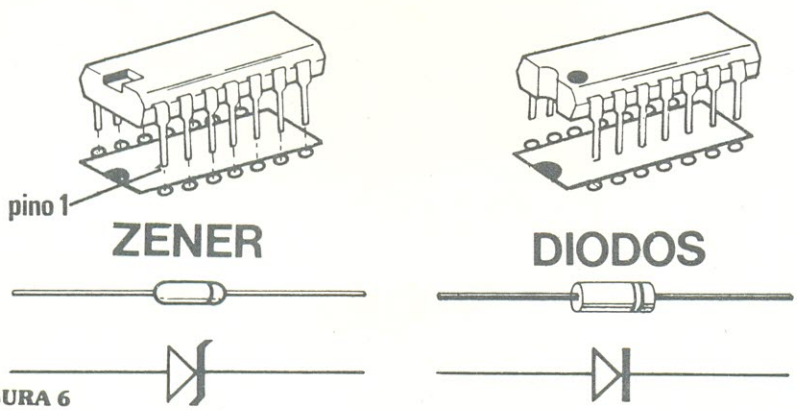



FIGURA 6

mo soldador em bom estado, de 30 W, no máximo, alicate de bico, alicate de corte e chave de fenda. Verifique os terminais de todos os componentes e, se estiverem opacos, passe sobre os mesmos, de leve, uma lixa fina ou um bombril, para remover a camada de óxido e facilitar a soldagem.

Como dizíamos, comece soldando os resistores; a seguir, passe aos integrados, observando, pela figura 6, a posição correta para a montagem dos mesmos. Não se demore muito na soldagem destes componentes, pois são sensíveis ao calor.

Solde agora os diodos D1, D2, D3, verificando sua polaridade com o auxílio da fig. 6, novamente.

Em seguida, parafuse o transformador em seu lugar e solde seus fios à placa.

Com a ajuda da figura 7, efetue então a montagem dos tirístores sobre a placa, juntamente com seus dissipadores correspondentes.

Faça o mesmo com o transístor Q1, guiando-se pela figura 8 (note que o transístor não utiliza dissipador).

Concluindo a montagem dos componentes sobre a placa, solde os capacitores.

Agora devemos tratar das várias conexões com a placa, que são constituídas pelo potenciômetro, porta-fusíveis, chave liga-desliga, LED e as tomadas para as lâmpadas. Todas essas ligações devem ser feitas, levando-se em conta as distâncias internas da caixa do conjunto, para que os fios não fiquem muito curtos ou muito longos. Não se esqueça, ainda, que o cabo de alimentação deve ser passado pelo seu orifício, na caixa, antes de ser soldado ao restante do circuito.

Na figura 9, detalhamos todas as ligações que devem ser feitas com a placa; a porção su-

perior do desenho, onde estão as tomadas e o porta-fusíveis, está representada como se fosse o painel traseiro da caixa.

Bem, o que resta fazer é a instalação do conjunto no interior de sua caixa; na figura 10, as fotos exibem detalhes da posição de cada componente, não deixando margem a dúvidas. As tomadas devem ser fixadas no lugar por meio de parafusos; o porta-fusíveis e a borracha passante estão localizados no painel traseiro, juntamente com as tomadas. A chave liga-desliga tem seu local reservado no painel frontal, onde é colocada por pressão, sem a necessidade de parafusos; o diodo LED e o potenciômetro de controle de velocidade ficam no mesmo lado da chave.

Um detalhe que merece destaque é o conector empregado para ligar as tomadas aos tirístores. O modo correto de montá-los ao fio já havia sido ilustrado na fig. 9; agora, na figura 11, mostramos um detalhe de como introduzí-los nas linguetas que estão parafusadas aos SCR's.

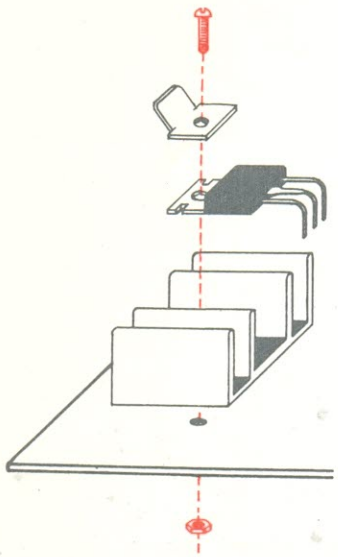


FIGURA 7

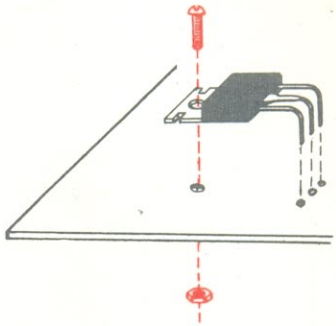


FIGURA 8

A placa de circuito impresso, por sua vez, é fixada à caixa com os parafusos e os espaçadores adequados; veja bem a figura 12.

Terminando com a caixa, é só fechá-la, e pronto. Precisamos pensar, agora, em ligar as lâmpadas para que possamos observar os efeitos criados por este circuito.

As lâmpadas são conectadas ao circuito através das tomadas; por isso, elas podem ser ligadas a um fio, aonde deve ser conectado um «plug» normal de

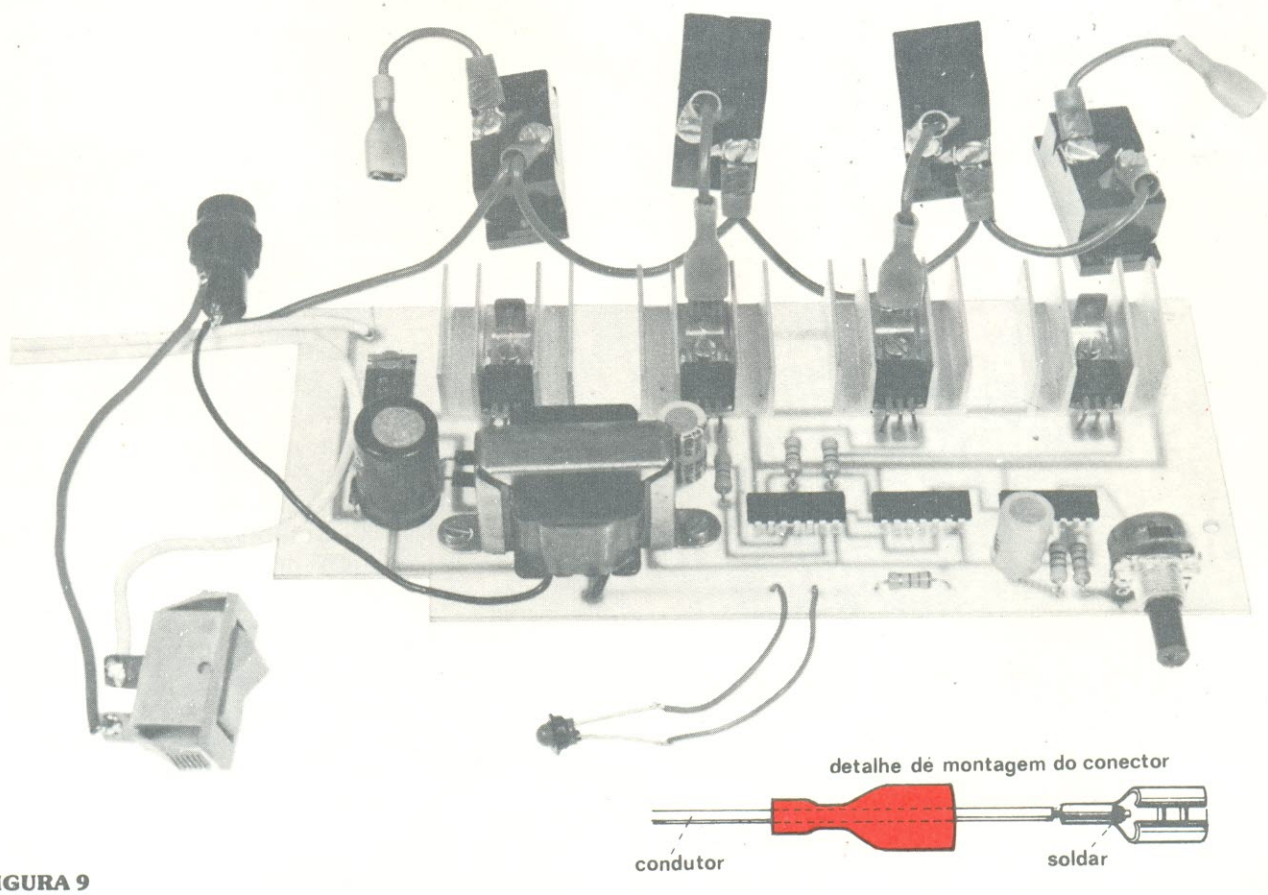



FIGURA 9

tomada. Veja a figura 13: o «plug» deve ser ligado a um fio bipolar grosso (18 AWG, aproximadamente); este fio é descascado em pontos determinados, para dar lugar à conexão das lâmpadas (os soquetes para as lâmpadas são encontrados em qualquer loja de material elétrico). Isole muito bem, com fita isolante de boa qualidade, as conexões do fio com as lâmpadas.

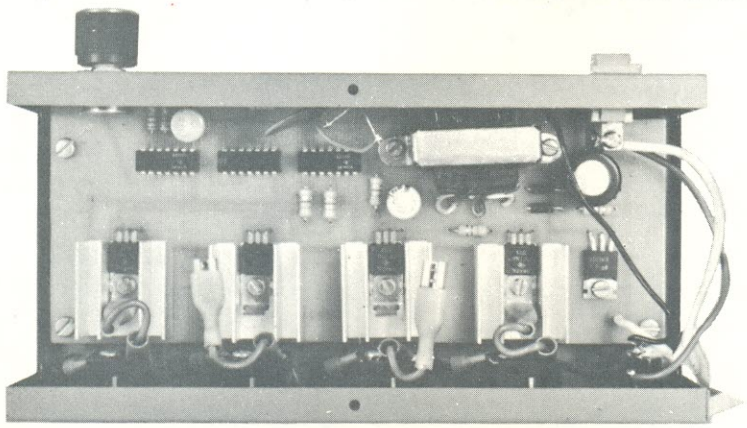


FIGURA 10

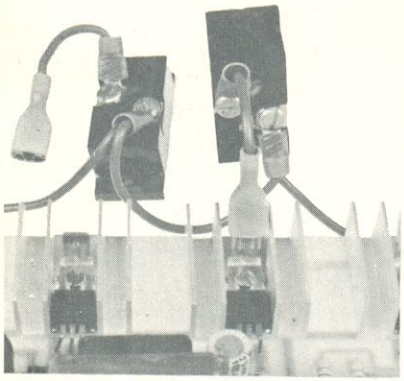


FIGURA 11

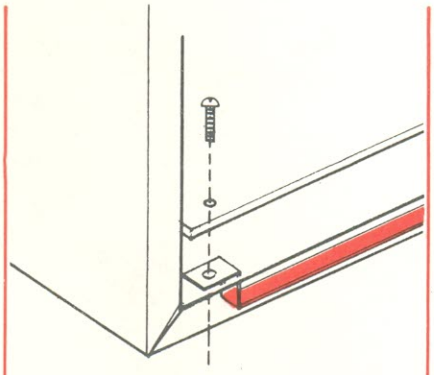


FIGURA 12

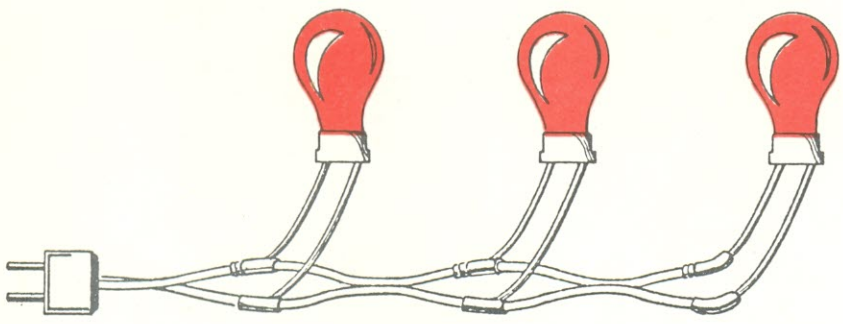


FIGURA 13

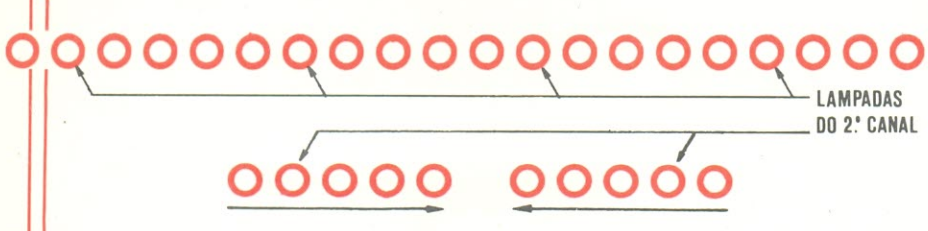



FIGURA 14

Este procedimento deve ser repetido para cada um dos canais do circuito.

Montadas as lâmpadas, você pode testar o seu circuito; lembre-se de não conectar mais que 500 W por canal, em 110 volts, e 1 kW por canal, em 220 volts. Caso o sistema não funcione, confira toda a montagem novamente.

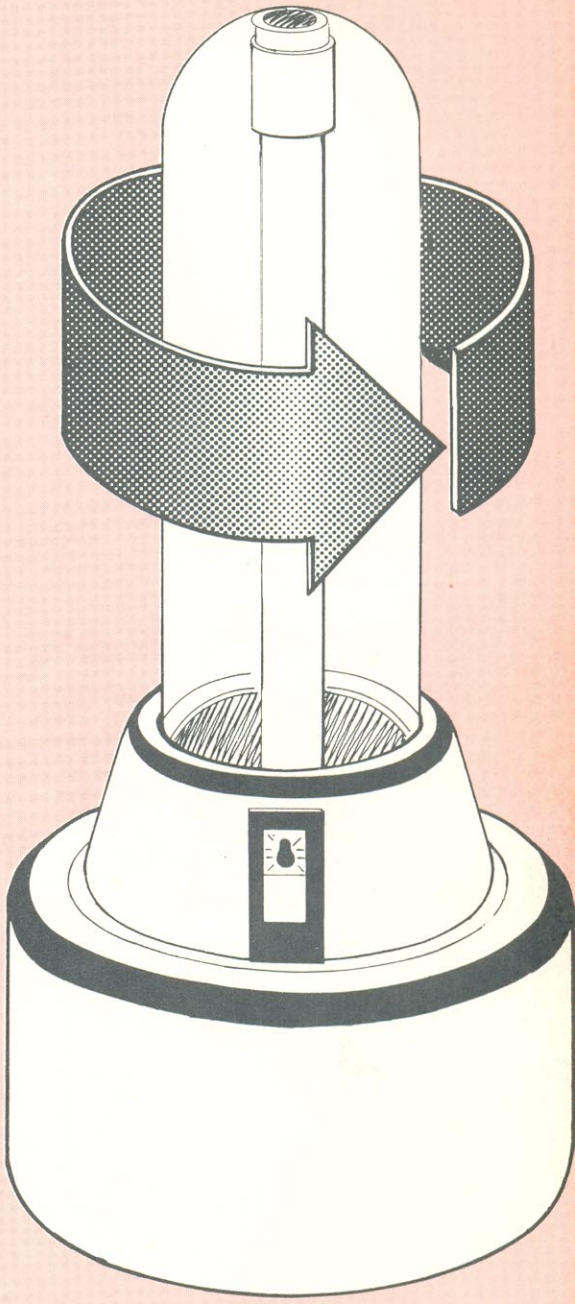
Gostaríamos, agora, de fornecer algumas informações, sobre como dispor as lâmpadas, para que os efeitos descritos no início do artigo sejam obtidos. Tomamos, a título de exemplo, a sugestão da linha contínua de 20 lâmpadas (esquema A) e das duas linhas em confronto (esquema D). A figura 14 dá todas as «dicas» necessárias.

**Aí está: use e abuse deste circuito; ele é tão versátil quanto sua imaginação. Trate de traduzi-la em forma de cores e movimento.**

## *Relação de componentes*

R1, R2, R3, R4, R7 — 470 ohms
R5 — 100 ohms R8 — 220 ohms
R6 — 150 ohms
*(Todos os resistores são de ¼ W.)*
P1 — potenciômetro de 1 kohm, pequeno
C1, C3 — 100 uF/16 V
Q1 — EM 6121 C2 — 1000 µF/16V
D1, D2 — 1N 4002
D3 — Zener 5,6 V/400 mW
D4 — LED vermelho (FLV 110 ou equivalente)
TR1, TR2, TR3, TR4 — TIC 126D
CI1 — 7402
CI2 — 7474
CI3 — 7400
T1 — transformador 110-220 V / 6-0-6 V; 150 mA
F1 — fusível de 6 A
Porta-fusíveis
Placa de circuito impresso n.º 3043 — Nova Eletrônica
4 dissipadores para os tirístores
Chave liga-desliga
Cabo de força
4 soquetes para as lâmpadas
4 conectores para os tirístores, macho e fêmea
2 m de fio 20 AWG
Knob para o potenciômetro
Borracha passante
Caixa p/ acondicionar o conjunto
4 parafusos 3 × 10mm, com porcas
11 parafusos 3 × 5mm, com porcas
Solda trinúcleo

# Camping-Lux, luz em 360 graus



***MONTE ESTE KIT DE LUZ FLUORESCENTE DE MESA, QUE FUNCIONA A PILHAS OU LIGADO À BATERIA DO AUTOMÓVEL E FORNECE LUZ EM TODAS AS DIREÇÕES.***

Nova Eletrônica APROVADO LABORATÓRIO

Quem já conhece o kit do Minilume, publicado no número 6 de Nova Eletrônica, tem uma boa idéia de como funciona a Camping-Lux. Na verdade, o circuito interno é exatamente o mesmo; a única mudança feita no conjunto foi na construção da caixa, tornando a Camping-Lux mais adequada para o uso em ambientes, enquanto o Minilume tem sua utilização mais restringida a automóveis e cabines de caminhões e barcos.

Deste modo, a Camping-Lux é ideal para ser utilizada em barracas de camping, casas de campo, pescarias, ou mesmo em casa, nas ocasiões de falta de força. Suà luz é branca, de grande luminosidade, como em todas as lâmpadas fluorescentes. Funciona com oito pilhas comuns de lanterna, mas possui um conector que possibilita sua conexão à bateria dos veículos ou a uma fonte retificadora; em todos os casos, sua tensão de alimentação é de 12 volts e seu consumo, de 500 miliampères.

Assim, a Camping-Lux leva a iluminação fluorescente até onde, anteriormente, só era possível a utilização dos lampiões a querosene ou das lanternas de lâmpadas incandescentes (sendo que estas possuem a desvantagem do foco dirigido, isto é, de apontar sua luz para uma única direção).

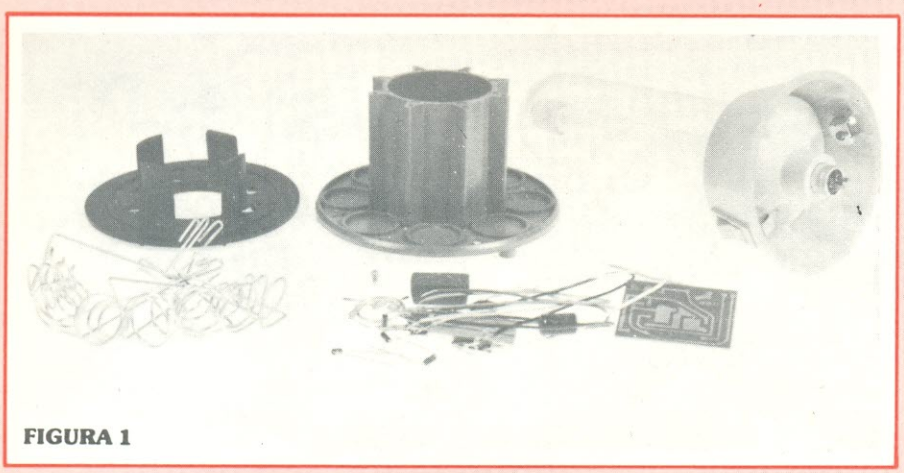
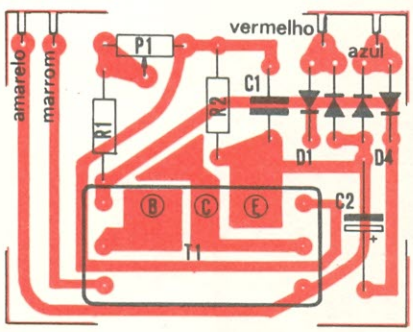


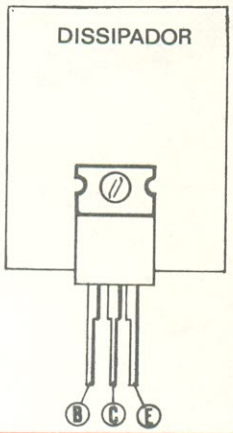
**FIGURA 1**

**Funcionamento**

O funcionamento de uma lâmpada fluorescente divide-se em duas etapas: partida e operação normal. Devido às suas características, a lâmpada fluorescente necessita de uma tensão

FIGURA 2




R1 – 470 Ω
R2 – 68 Ω
P1 – trimpot 1,5 kΩ
C1 – 100 kpF
C2 – 100 µF/16V
D1 / D4 – 1N4004
T1 – reator
Q1 – EM 6121

FIGURA 3

de alimentação elevada, durante sua operação normal; e precisa, também, de uma sobretensão (tensão um pouco mais alta que a de funcionamento normal) no momento da partida, a fim de provocar seu acendimento. Na Camping-Lux que é alimentada por 12 volts, a tensão elevada é fornecida por um conversor CC/CA eletrônico, que transforma os 12 V em uma tensão adequada à lâmpada.

A lâmpada empregada neste kit tem 6 watts de potência e 23 cm de comprimento, e apresenta todas as vantagens das lâmpadas fluorescentes maiores, ou seja, maior vida útil e maior rendimento na iluminação, em relação às lâmpadas incandescentes.

Seu acendimento, também, se processa da mesma forma que em lâmpadas fluorescentes convencionais, por um simples interruptor liga-desliga.

**Montagem**

A montagem da Camping-Lux é de fácil execução, bastando seguir com atenção às instruções e as fotos e desenhos que vêm a seguir.

Observe, primeiramente, a figura 1; lá estão reunidas todas as peças da Camping-Lux, do modo como se apresentam no kit. A partir dessas peças, forma-se a Camping-Lux, como se pode ver na figura 2.

O primeiro passo na montagem é o de soldar todos os componentes eletrônicos do circuito sobre a plaquinha de circuito impresso; isto deve ser efetuado em dois estágios: o primeiro, baseado na figura 3, é o de montar os resistores, os diodos, o reator, os capacitores e o trimpot (potenciômetro miniatura), na face não-cobreada da placa. Solde esses componentes na ordem dada acima, com um ferro de solda de boa qualidade, de no máximo 30 W de potência, nos locais indicados pela fig. 3. Solde, também, os fios que aparecem no desenho; caso os terminais dos componentes estejam opacos, passe sobre eles, de leve, uma lixa fina ou um bombril, a fim de retirar o óxido que prejudica a soldagem.

O segundo estágio desta operação é o de soldar o transístor, na **face cobreada** da placa; antes de soldar este componente à chapa, deve-se parafusar ao mesmo a plaquinha de alumínio (fornecida no kit), que lhe serve de dissipador. Depois, pode-se soldar o mesmo à placa; feito isto, é preciso dobrar o corpo do transístor em direção à placa, mas sem deixar que encoste na mesma; veja, na figura 4, todos os detalhes desta parte.

Deixemos o circuito impresso de lado, por um instante; vamos tratar de instalar as molas sobre a base da Lampionete (essas molas servem para reter as pilhas e fazer a conexão elétrica entre elas). Na figura 5, temos o conjunto de molas já montado em seu lugar; note bem que todas as molas têm sua extremidade curvada, a não ser uma delas, que fica próxima à lingüeta de conexão que se vê na figura.

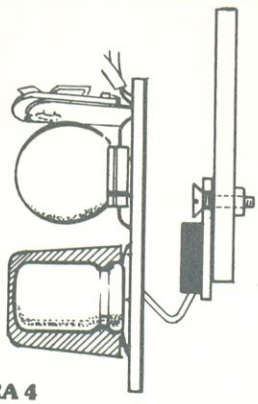


FIGURA 4

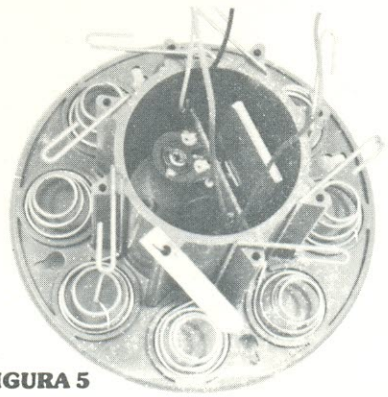
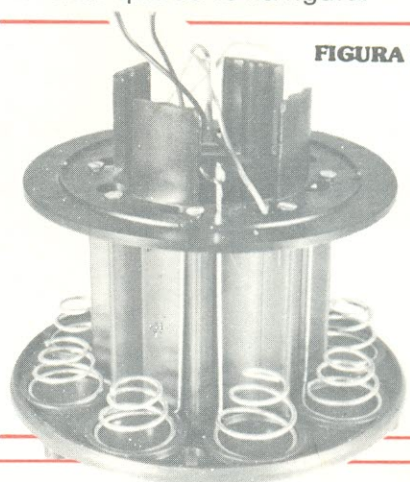


FIGURA 5

FIGURA 6



Instaladas as molas, deve-se introduzir, agora, o circuito impresso no interior da base, com seus fios para fora, conforme mostra a fotografia.

Chave de fenda na mão, é hora de fixar o patamar com a base (o patamar tem várias utilidades: fixa as molas e a lingüeta, mantém o circuito impresso no interior da base e serve como ponto de união entre a base e a cúpula da Camping-Lux). Observe que o patamar tem uma série de ranhuras em sua parte inferior; em tais ranhuras devem ser encaixadas as extremidades encurvadas das molas. A mola com a extremidade reta deve ter sua ponta enfiada em um orifício próprio, feito no patamar (esse orifício está próximo aos sinais « + » e «—», impressos no patamar).

Verificados esses detalhes, é só parafusar o patamar à base, com os oito parafusos correspondentes; um dos parafusos (aquele junto ao sinal « + ») deve passar pelo furo da lingüeta, para que ela fique bem firme no lugar. Siga este passo da montagem auxiliado pelas figuras 6 e 7, que fornecem uma vista superior e outra, inferior, do patamar.

Pode soldar, agora, um fio preto à extremidade reta da mola e um fio vermelho à lingüeta, como se vê na figura 6.

O que temos à frente é uma etapa que requer grande cuidado e atenção: a ligação de todos os fios, entre a cúpula e o conjunto da base. Esta etapa inclui também o ajuste do trimpot, no circuito impresso, para obtermos o consumo correto por parte da lâmpada. Veremos isto logo mais; agora o que interessa é a conexão dos fios; siga, então, a figura 8:

Veja que a cúpula é fornecida montada, com a lâmpada, a chave e o conector já instalados. Não é preciso modificar nada na cúpula; ela já vem pronta para receber os fios do conjunto da base.

Solde, então, os fios: o fio marrom do circuito impresso aos dois pinos centrais da lâmpada;

— o fio amarelo do circuito impresso à presilha lateral da lâmpada;
— O fio vermelho do circuito impresso ao terminal central da chave;
— O fio azul do circuito impresso ao terminal central do conector, juntamente com o fio vermelho da lingüeta;
— O fio preto da extremidade da mola deve ficar desligado, por enquanto, para permitir a calibração da Camping-Lux;
— Por último, solde um fio entre o terminal lateral externo da chave e o terminal lateral do conector.

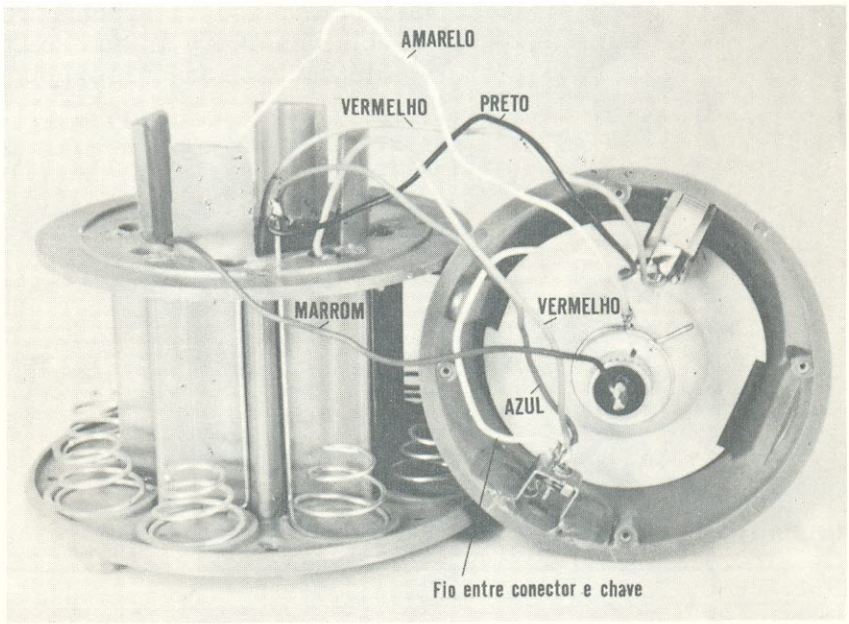



**FIGURA 8**

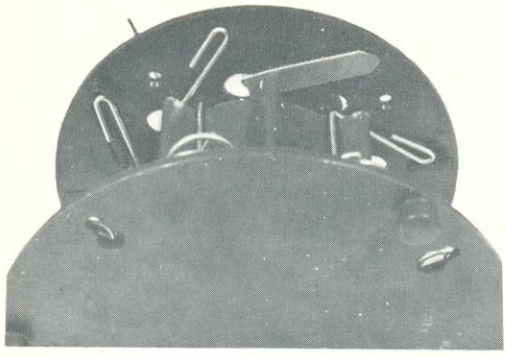


**FIGURA 7**

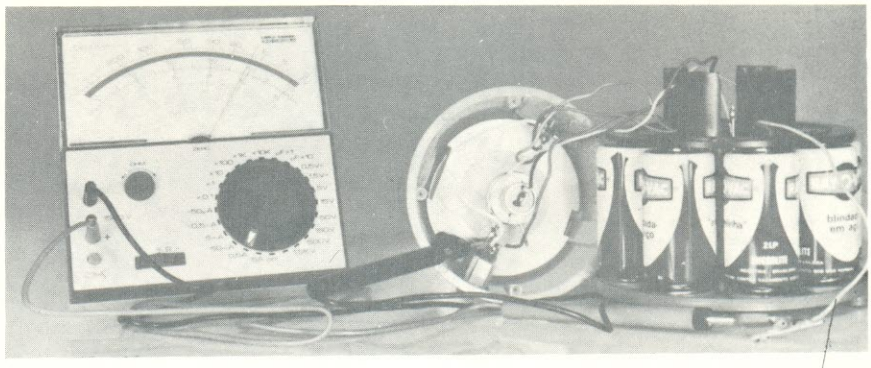



**FIGURA 9**

O conjunto está quase pronto para funcionar; antes de terminar com a ligação de fios, vamos ajustar o circuito da Camping-Lux para o consumo estipulado. Coloque as pilhas e, de acordo com a figura 9, ligue um amperímetro de corrente contínua ao circuito, ajustado para uma corrente de 500 mA, no mínimo; a ponta positiva do amperímetro deve ser conectada ao terminal lateral interno da chave, enquanto sua ponta negativa é ligada ao fio preto da mola. Ligue a chave e, com a lâmpada acesa, ajuste o trimpot, com uma chave de fenda pequena, até que a leitura no amperímetro esteja em torno dos 400 mA.

Ao concluir a calibração, desconecte o amperímetro do circuito e solde o fio preto da mola ao terminal lateral interno da chave.

Estamos na fase final da montagem; resta apenas montar a cúpula sobre o conjunto da base e depois, introduzir a saia da Camping-Lux

Para juntar a base com a cúpula, primeiramente é preciso introduzir todos os fios, cuidadosamente, na base, juntamente com o circuito impresso. Em seguida, monta-se uma sobre a outra, conforme a figura 10. Na figura 11 está a explicação de como parafusar as duas partes, utilizando-se os furos existentes na base, para fazer passar a ponta da chave de fenda.

Enfim, adiciona-se a saia ao conjunto da Camping-Lux, de acordo com a figura 12. E está terminada a montagem.

Desfrute de muitas horas de luz clara e forte, levando a Camping-Lux em seus passeios.

**Características**

Tensão de alimentação — 12 volts, corrente contínua
Consumo — 400 mA
Luminosidade — 300 lúmens
Dimensões — Diâmetro: 13 cm; altura: 28 cm
Peso — 550 gramas

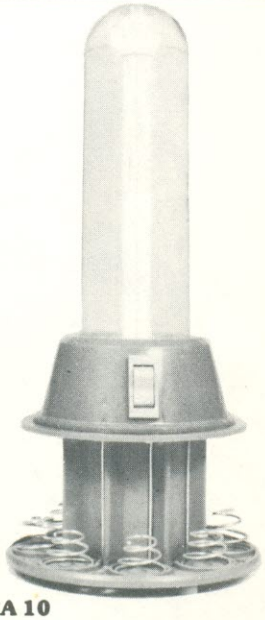


**FIGURA 10**

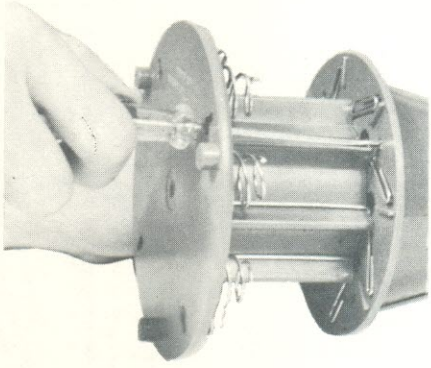
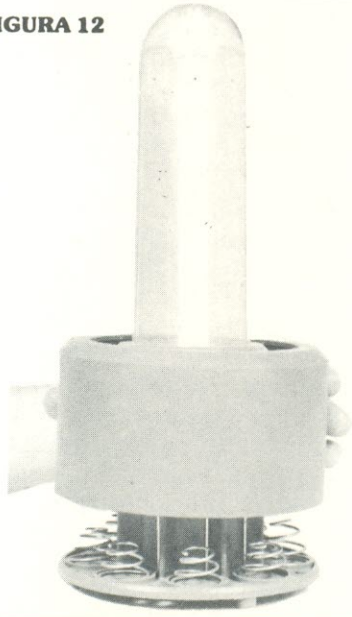


**FIGURA 11**

**FIGURA 12**




# BRASITONE
## Em Campinas
## O mais completo e variado estoque de circuitos integrados C-MOS, TTL, Lineares, Transistores, Diodos, Tirístores e Instrumentos Eletrônicos
## *KITS NOVA ELETRÔNICA*
Rua 11 de Agosto, 185 — Campinas — Fone: 31-1756

# Sugestões da Nova Eletrônica

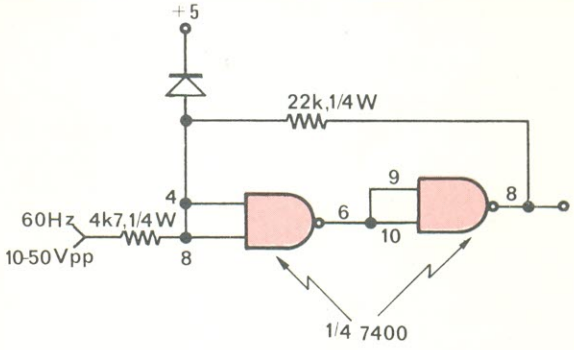
## NÃO ESTÁ NOS LIVROS!

### *FAÇA UM SCHMITT TRIGGER COM UM INTEGRADO 7400*

Dividindo-se os 60 Hz da rede por 60, obtém-se uma base de tempo de 1 segundo, muito útil para várias aplicações de temporização. A dificuldade surge, no entanto, quando tentamos acoplar a freqüência derivada da rede com a lógica TTL. Mas, este é um problema de fácil solução, utilizando-se apenas duas das quatro portas de um integrado 7400, para formar um Schmitt Trigger.

No circuito da figura, com os valores apresentados, a entrada pode variar de 10 a 50 volts pico a pico; contudo, é possível utilizar diretamente a tensão da rede (115 V rms), mudando o valor dos dois resistores (39 k, ½ W e 220 k, ¼ W, para os resistores de entrada e de realimentação, respectivamente).

O 7400 possui diodos internos de «grampeamento», com a finalidade de proteger as entradas contra tensões mais negativas que a tensão de um diodo. Esses diodos podem suportar até 10 mA, polarizados diretamente, sofrendo ruptura do substrato a 7 volts.




O diodo colocado no circuito protege o circuito de entrada e evita que a tensão de alimentação ultrapasse os 5,7 V. O circuito pode trabalhar sem o diodo, mas correntes superiores a 1 mA, a 7 V, podem causar danos.

A ação deste «Schmitt» remove qualquer oscilação do sinal e fornece os tempos padrão de subida e queda dos pulsos, de acordo com a lógica TTL.

### *UM PRECISO GERADOR DE CORRENTE*

Muitos dos circuitos de corrente constante que utilizam amplificadores operacionais sofrem da desvantagem de necessitar uma carga isolada do terra.

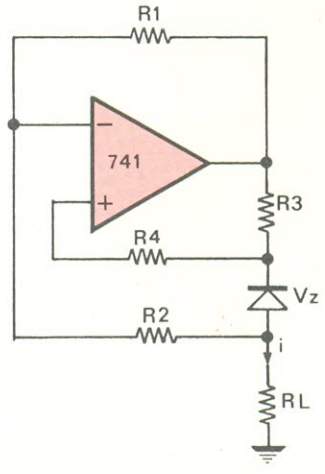
O circuito proposto emprega uma carga aterrada e, com o auxílio de um operacional tipo 741, pode oferecer um equivalente Norton de uma fonte ideal de corrente, em paralelo com resistor maior que 100 Megohms, quando entrega 1 miliampère de corrente.

A impedância de saída da fonte de corrente é decidida, primeiramente, pela rejeição de modo comum do amplificador escolhido. Como a corrente por R2 é aproximadamente constante, não vai afetar a impedância da saída.

De acordo com o circuito, temos:

$$i = R1/R2 \cdot Vz/R3 + Vz/R2$$

O segundo pode ser desprezado, se R2 for de valor elevado; e temos ainda:

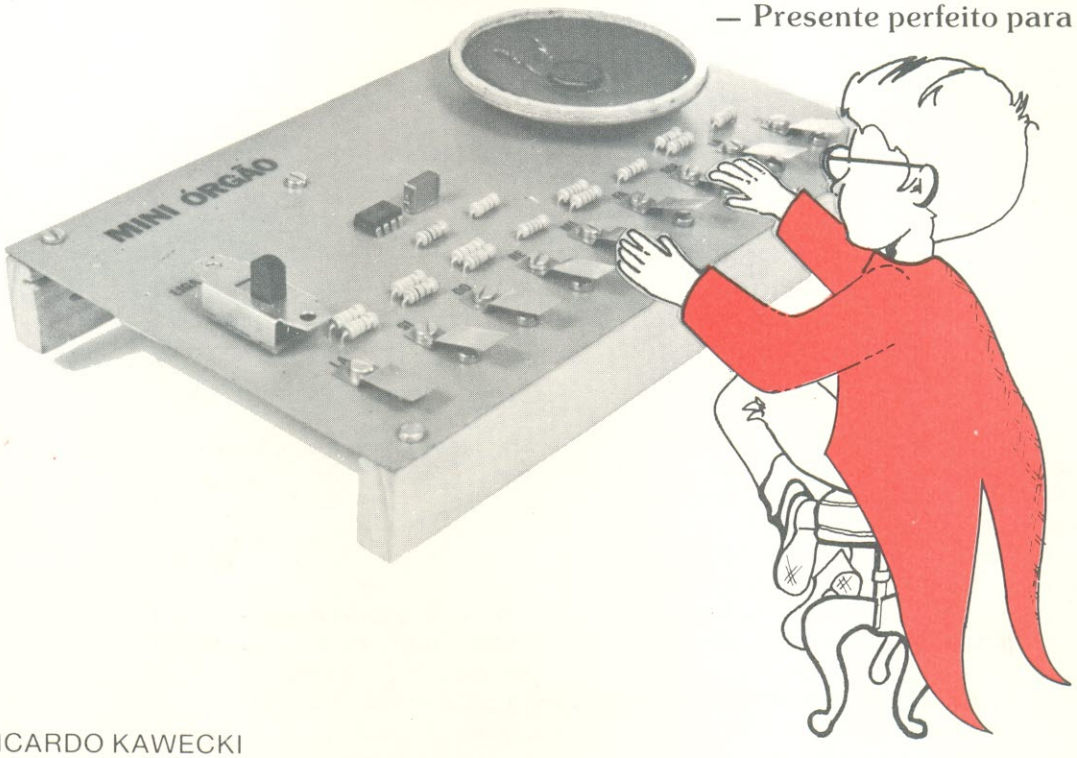



$$R4 = R1 \cdot R2/(R1 + R2)$$

Normalmente, $R_L$ menor que R1 = R2 e $i = Vz/R3$

# Mini-Órgão Eletrônico

- Um verdadeiro instrumento musical
- Portátil, a pilhas
- Pouquíssimas peças (apenas um integrado!)
- Montagem super simples
- 9 notas, no total
- Disponível em forma de kit
- Sem necessidade de afinação
- Presente perfeito para o Natal!




Nova Eletrônica APROVADO LABORATÓRIO

RICARDO KAWECKI

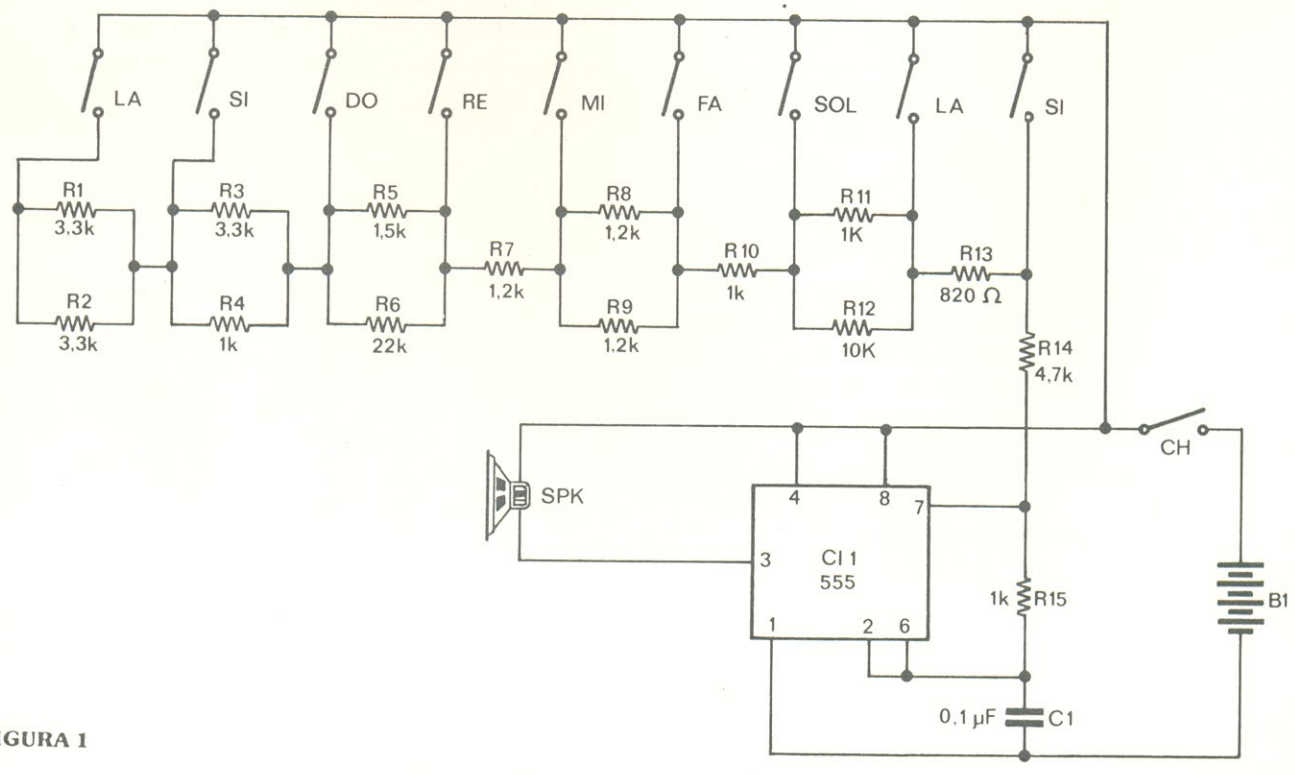



**FIGURA 1**

Ideal para o aprendizado de principiantes, nos fundamentos da eletrônica e da música eletrônica, ou para uma criança tomar o primeiro contato com as notas musicais, ou mesmo como presente para uma criança mais crescida, no lugar dos clássicos pianinhos comerciais, o mini-órgão eletrônico não é tão bonito como os outros mini-órgãos já prontos, mas diverte do mesmo modo, a um preço bem inferior.

Ele é perfeitamente seguro: funciona a pilhas e, portanto, não existe o perigo de choques. Além disso, há a possibilidade de seu próprio filho montá-lo e revelar, quem sabe, queda para a eletrônica ou para a música, ou pelas duas coisas. O fato é que o órgão é tão fácil de montar, que você pode dá-lo de presente, ainda desmontado, ao seu filho, para que ele mesmo «se vire».

Mas, caso você não tenha filhos, ou sobrinhos, ou netos, você mesmo pode montá-lo e descobrir uma porção de detalhes sobre eletrônica, além do prazer de poder tocá-lo, depois de pronto.

Em adição a tudo isso, o mini-órgão é portátil, pois mede apenas 20 × 13 cm e tem um som audível a vários metros de distância.

Vamos ver, agora, uma rápida descrição de seu funcionamento e, depois, as instruções detalhadas de montagem do kit. No fim do artigo, inserimos algumas músicas que podem ser tocadas com o mini-órgão.

**Funcionamento**

O circuito completo do mini-órgão eletrônico está na figura 1. Observe a simplicidade de seu circuito: quinze resistores, um capacitor, um circuito integrado e um alto falante, além da chave liga-desliga, das teclas e das pilhas.

O circuito consiste, basicamente, de um oscilador, formado pelo integrado 555 e cuja freqüência de oscilação varia,

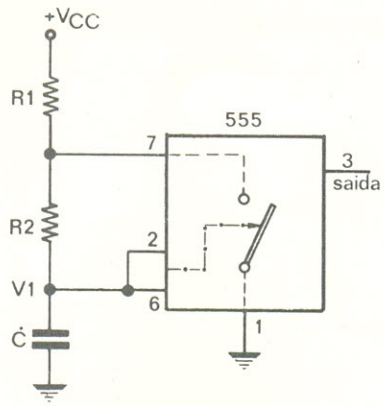



FIGURA 2

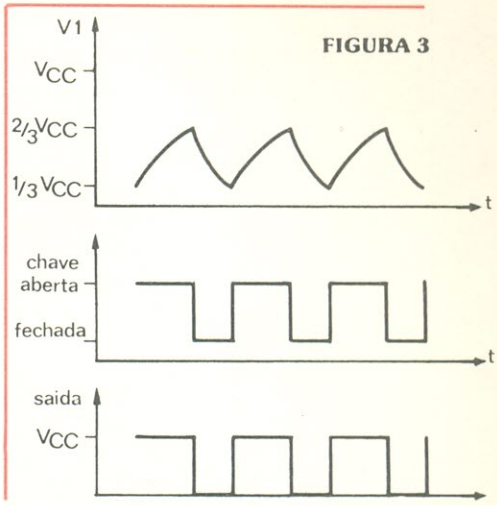



FIGURA 3

dependendo da tecla que é apertada. Mas, vejamos isto mais detalhadamente:

Veja a figura 2; simplificando o circuito integrado 555, podemos dizer que o mesmo não passa de uma chave, controlada pela tensão presente em seus terminais 2 e 6. Enquanto a tensão nesses terminais é menor que 2/3 Vcc, a chave mantém-se aberta; se a tensão for elevada para cima daquele valor, a chave, então, fecha-se, e permanece fechada enquanto a tensão não cair para baixo de 1/3 Vcc, quando, então, abre novamente.

Sabendo disso, analisemos o circuito da figura 2. Supondo que a «chave» está aberta, o capacitor C vai se carregar, através dos resistores R1 e R2, até que a tensão V1 atinja um valor igual a 2/3 Vcc, que é o momento em que a «chave» se fecha; quando a «chave» fecha, o pino 7 é conectado à terra, ou seja, a 0 volt. O capacitor C, em resposta, começa a se descarregar, para a terra, através do resistor R2 e do pino 7, até que a tensão V1 atinja o valor igual a 1/3 Vcc, fazendo com que a «chave» abra, reiniciando todo o processo.

A tensão do pino 3 (saída do integrado) é igual a Vcc (tensão de alimentação), quando a «chave» está aberta, e igual a 0 volt (ou terra), quando a mesma está fechada.

Podemos, neste ponto, examinar um diagrama das tensões do circuito, em função do tempo. Na figura 3, vemos a tensão presente no capacitor (isto é, no ponto V1), e a tensão correspon-

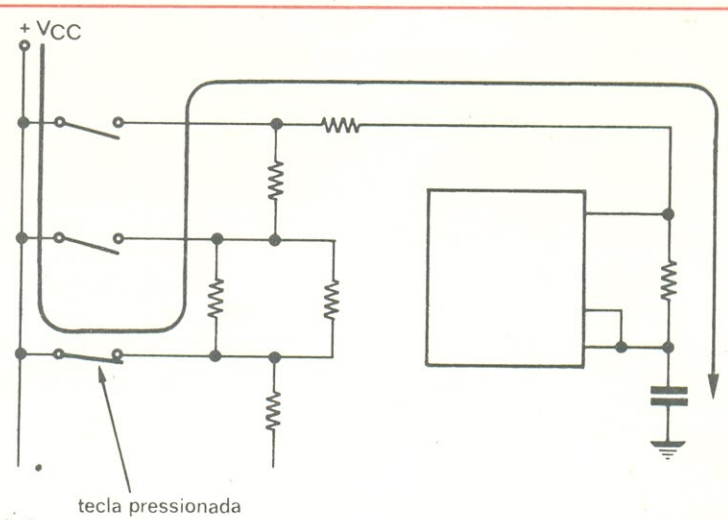



FIGURA 4

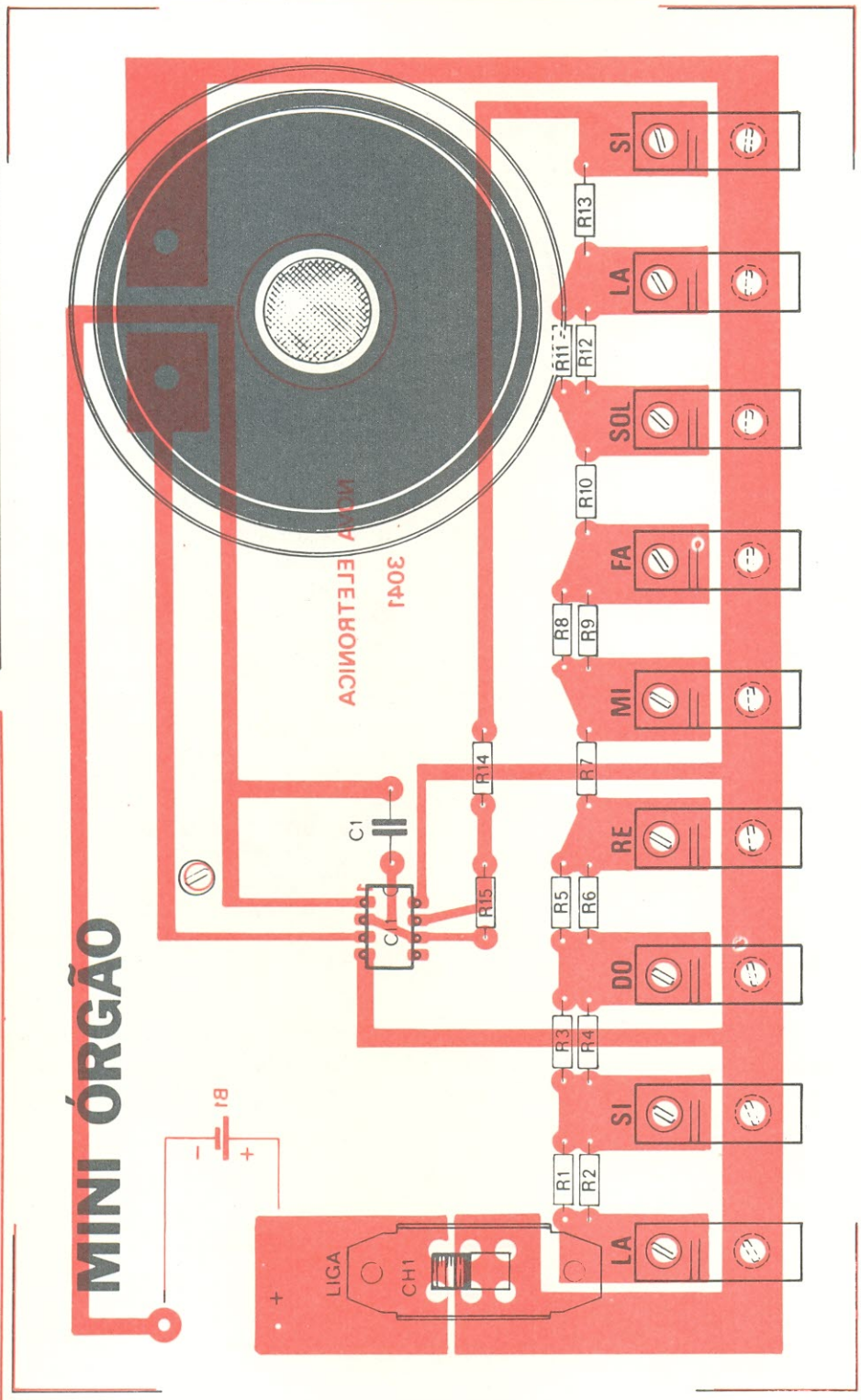



**FIGURA 5**

dente, que aparece na saída (pino 3); o terceiro diagrama mostra os respectivos fechamentos e aberturas da «chave».

O que aconteceria, agora, se ligássemos um alto-falante ao pino 3 do integrado? Iríamos obter um som audível, com uma freqüência dependente da freqüência de oscilação do circuito 555. Mas, como fazer para variar a freqüência de oscilação do circuito?

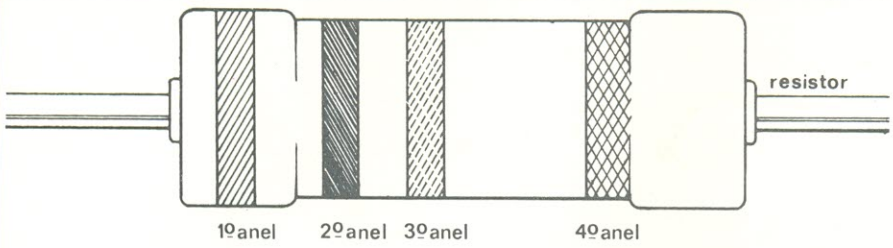
Aumentando o valor dos resistores R1 e R2, o capacitor C1 vai levar mais tempo para se carregar, ou seja, vai demorar mais para chegar ao nível de tensão igual a 2/3 Vcc; em conseqüência, o integrado 555 levará mais tempo para fechar a «chave», a cada ciclo. Este efeito vai produzir, no alto-falante, um som mais grave, ou seja, de freqüência mais baixa, pois o sinal do pino 3 tem agora uma freqüência menor.

Por outro lado, se diminuirmos o valor dos resistores R1 e R2, vai acontecer o inverso: o capacitor C levará menos tempo para se carregar, a cada ciclo e, portanto, o sinal no pino 3 terá uma freqüência mais alta, dando origem a um som de freqüência maior no alto-falante, isto é, um som mais agudo.

Concluímos, dessa forma, que aumentando o valor de R1 e R2, tornamos o som mais grave, no alto-falante; e, ao contrário, se diminuímos o valor desses resistores, obtemos um som mais agudo. O funcionamento do órgão se baseia nesse princípio; ligando vários resistores ao integrado, de maneira correta, ao apertarmos as teclas do instrumento, aumentamos ou diminuímos o valor da resistência, fornecendo um som diferente para cada tecla. Calculando o valor dos resistores, podemos dar, às teclas, os sons correspondentes ao das notas musicais: dó, ré, mi, fa, sol, la, si.

O que dissemos no parágrafo anterior pode ser melhor comprovado e entendido por meio da figura 4, onde desenhamos um detalhe do circuito do órgão. Observe o percurso da corrente, passando pelos resistores; observe, também, que quanto mais para a esquerda estiver a tecla, maior será o número de resistores conectado ao circuito. Deste modo, podemos perceber que as teclas da esquerda produzem um som mais grave que as teclas da direita.

Assim, os valores dos resistores foram calculados para gerar 9 notas musicais. Alguns dos valores calculados não existiam,




## CÓDIGO DE CORES DOS RESISTORES

**Os valores são sempre expressos em Ohms**

1º anel – representa o 1º algarismo significativo (mais próximo a um dos terminais)

2º anel – representa o 2º algarismo significativo

3º anel – representa o multiplicador (na prática, a quantidade de zeros)

4º anel – representa a tolerância (prata = = 10%; ouro = 5%)

CORES DOS TRÊS ANÉIS QUE REPRESENTAM ALGARISMOS

| | |
|---|---|
| Preto – 0 | Verde – 5 |
| Marrom – 1 | Azul – 6 |
| Vermelho – 2 | Violeta – 7 |
| Laranja – 3 | Cinza – 8 |
| Amarelo – 4 | Branco – 9 |

**Exemplo de leitura de um resistor**

**Lê-se "2200 OHMS, tolerância 5%"**

**FIGURA 6**

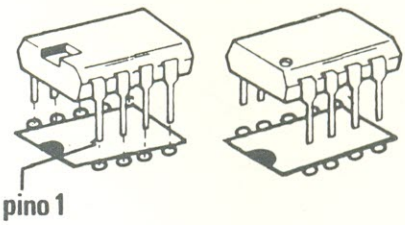



**FIGURA 7**

por isso, utilizamos combinações de resistores em paralelo, para algumas notas (por exemplo, o resistor de 1,1 kohm, muito difícil de se encontrar, foi substituído por dois resistores de 2,2 kohms, em paralelo).

O funcionamento deste circuito, como se vê, é bastante simples. Quem desejar informações mais detalhadas a respeito do funcionamento do integrado 555, e do seu circuito interno, recomendamos que dê uma espiada no artigo «O Pássaro Eletrônico», publicado integralmente no n.º 8 de Nova Eletrônica.

E vamos, então, à montagem.

### Montagem do mini-órgão eletrônico

A montagem do instrumento não oferece maiores dificuldades; basta seguir a seguinte ordem:

1) — Veja a figura 5; ela fornece uma visão da placa do mini-órgão, pelo lado dos componentes. O que aparece em cor é o lado cobreado da placa, como se a estivéssemos olhando contra a luz.

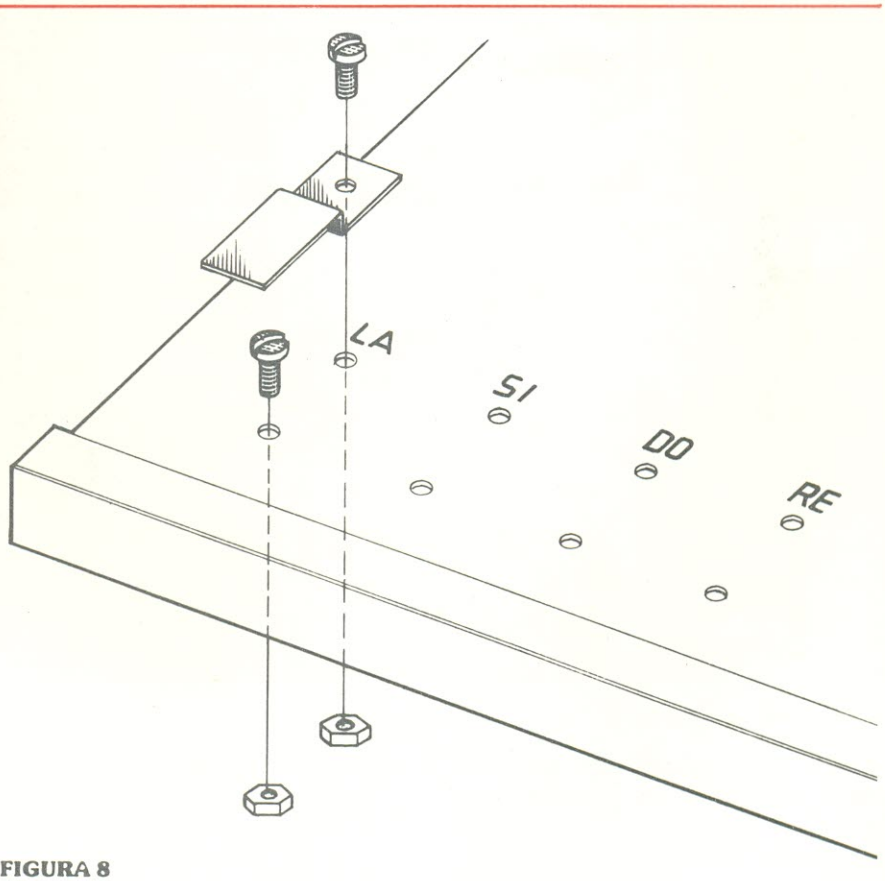



**FIGURA 8**

2) — Utilize ferramentas em bom estado para a montagem; isso inclui um ferro de soldar, de boa qualidade, ponta fina e de, no máximo, 30 W de potência, com a ponta bem limpa e estanhada (para maiores informações, aconselhamos uma consulta ao artigo «Como Soldar», publicado na Nova Eletrônica n.º 9).

3) — Pode dar início à montagem, soldando todos os resistores em seus lugares; verifique bem se está soldando o resistor certo no lugar certo. Confira todos os códigos de cores dos resistores com a figura 6.

4) — Solde, em seguida, o capacitor em seu lugar;

5) — Agora vem o componente mais delicado: o circuito inte-

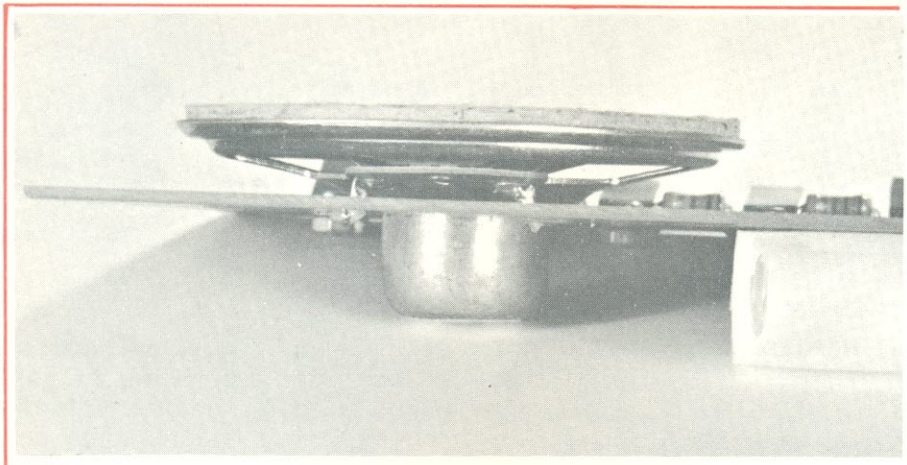
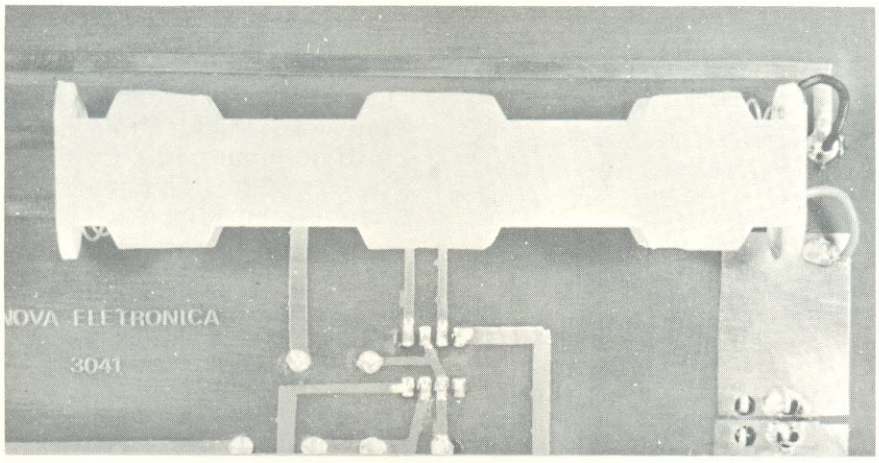


**FIGURA 9**



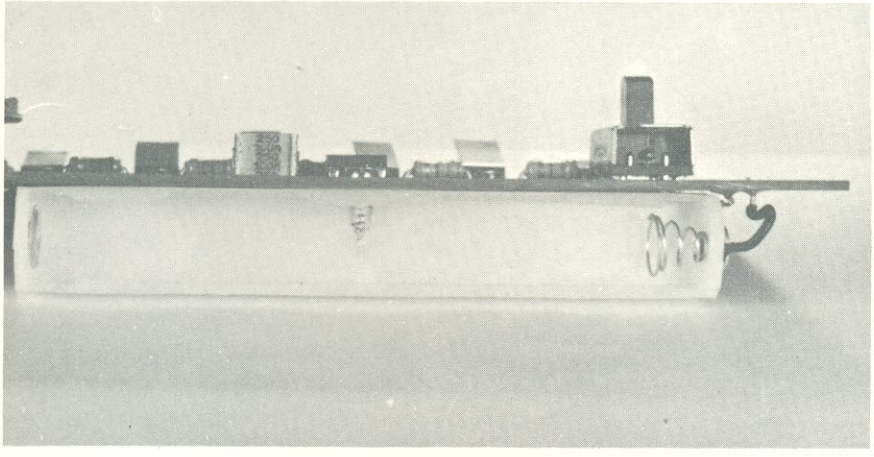



**FIGURA 10**

grado; primeiramente, instale-o no lugar, seguindo o desenho da figura 7, que ensina a posição correta do integrado na placa.

A seguir, pode soldar o integrado; isto deve ser feito rapidamente, pois este componente é mais sensível ao calor que os resistores e o capacitor. O procedimento mais acertado é o seguinte: encoste a ponta do soldador no terminal do integrado e na placa, ao mesmo tempo, durante dois ou três segundos; em seguida, aplique a solda, tarnbém ao terminal e à placa, mas não pelo mesmo lado do soldador. Depois de soldar cada terminal, encoste o dedo sobre o integrado e verifique se está muito quente; caso esteja, aguarde até que esfrie, e então recomece a soldagem.

6) — Chegamos ao ponto de montar os parafusos e as teclas sobre a placa. Eles devem ser montados em todos os nove conjuntos de furos da mesma. Guie-se pelo desenho da figura 8, que ensina como fazer isso; não é preciso soldar nada nessa operação; basta apertar os parafusos e pronto.

7) — Agora, é a vez da chave liga-desliga; é só inseri-la em seus furos correspondentes, na placa, e soldá-la.

8) — Monte e solde o alto-falante sobre a chapa, conforme mostra a figura 9.

9) — Solde, agora, os fios do porta-pilhas à placa, por baixo, de acordo com a figura 10 (observe que o fio vermelho deve ser soldado à parte cobreada de maior área, enquanto o fio preto fica ligado ao cobreado menor). Ainda de acordo com a figura 10, fixe o porta-pilhas na placa, com um parafuso.

10) — Introduza, agora, as laterais de madeira do instrumento, para que ele fique em pé. Para finalizar, coloque as pilhas no porta-pilhas, observando a polaridade correta das mesmas (faça coincidir as molinhas com a parte traseira das pilhas).

Enfim, o nosso mini-órgão está pronto para funcionar; basta ligar a chave e pressionar as teclas. Caso não surja nenhum som no alto-falante, confira toda a montagem, novamente, veja se não há soldas «frias», ou maus contatos com as pilhas.

Este instrumento não requer nenhuma afinação; os componentes foram calculados para fornecer o som correto de cada nota musical. Se, ao tocar, o som ficar um pouco fanho ou

rouco, o motivo é o mau contato entre as teclas e os parafusos; para sanar esse problema, lixe, com uma lixa fina, a cabeça dos parafusos e a parte inferior das teclas, a fim de eliminar irregularidades e oxidação na superfície de ambos.

A seguir, transcrevemos algumas músicas «tiradas» na hora, aqui em nosso laboratório, que podem ajudar você a se familiarizar com o instrumento.

**Havia um pastorzinho**

DO — FA — MI — RÉ — DO — RÉ — DO — DO — RÉ — DO — RÉ — MI — FA

DO — FA — MI — RÉ — DO — RÉ — DO — DO — RÉ — DO — RÉ — MI — FA

DO — RÉ — MI — FA — FA — FA — DO — RÉ — DO — RÉ — RÉ — RÉ — DO — SOL — FA — MI — MI — MI — DO — RÉ — MI — FA — FA — FA.

**Parabéns a você**

DO — DO — RÉ — DO — FA — MI — MI

DO — DO — RÉ — DO — SOL — FA — FA

LA — LA — SI — LA — FA — MI — RÉ

LA — LA — SOL — MI — FA — RÉ — DO

**Maria Bonita**

DO — DO — DO — DO — MI — RÉ — DO — MI — DO

DO — DO — DO — DO — MI — RÉ — DO — FA

FA — FA — FA — FA — SOL — FA — MI — DO

DO — DO — RÉ — MI — FA — MI — RÉ — DO — DO

Você deve ter notado, também, que este é um instrumento monofônico, isto é, só permite que toquemos uma nova por vez; além disso, ele não possui nem sustenidos ou bemóis em seu teclado, o que impede a execução de melodias mais complexas.

Mas, apesar de tudo isso, se você tentou tocar as músicas aqui sugeridas e obteve sucesso, você deve ter percebido que o nosso mini-órgão possui um som agradável e diverte à bessa.

**Relação de componentes**

R1, R2, R3 — 3,3 kohms
R4, R10, R11, R15 — 1 kohm
R5 — 1,5 kohm
R6 — 22 kohms
R7, R8, R9 — 1,2 kohm
R12 — 10 kohms
R13 — 820 ohms
R14 — 4,7 kohms
*(Todos os resistores são de ¼ W.)*
**C1 — 0,1 µF** schiko
CI1 — 555
SPK — Alto-falante 2¾" - 8 ohms
B1 — 4 pilhas de 1,5 V, pequenas
Porta-pilhas, para 4 pilhas pequenas
CH1 — Chave interruptora HH
Placa de circuito impresso — n.º 3041 — Nova Eletrônica
18 parafusos de latão, com porcas
9 linguetas de cobre
2 barrinhas de madeira
1 m de solda trinúcleo


# CASA DEL VECCHIO

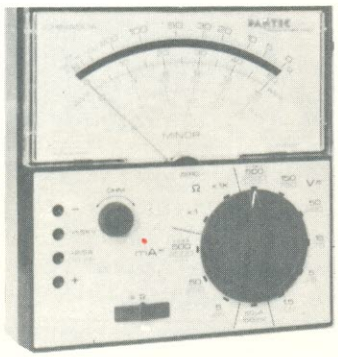
## O SOM MAIOR

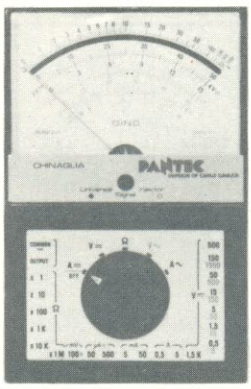
***EQUIPAMENTOS P/ SALÕES, BOITES, FANFARRAS E CONJUNTOS MUSICAIS.***

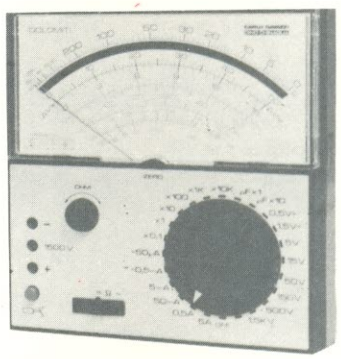
**Comércio e Importação de Instrumentos Musicais**
**RUA AURORA, 185 — S. PAULO-SP — C. POSTAL 611**
**TEL.: 221-0421 — 221-0189**

# Os multímetros analógicos estão aí, fortes e firmes.

***Com o contínuo avanço dos multímetros digitais, poderíamos pensar que os multímetros analógicos estão desaparecendo. Mas, ao contrário, eles continuam sendo utilizados por muita gente que reconhece suas vantagens.***







A primeira vantagem a expor seria a do preço: mesmo com toda a evolução dos instrumentos digitais, eles ainda custam bem mais caro que os analógicos, sendo estes quase tão precisos quanto aqueles.

Porém, se não levarmos em conta o preço, existem vários outros fatores a considerar:

**Alimentação:** Os aparelhos analógicos apresentam um menor consumo que os digitais, pois suas escalas de tensão e corrente são ativadas pelo próprio circuito que está sendo analisado, enquanto os aparelhos digitais necessitam de uma alimentação para o funcionamento de seu circuito interno. Este fator torna o medidor analógico mais adequado para ser empregado nas medições em campo, fora da bancada.

**Dimensões:** Os analógicos ainda são os menores instru-

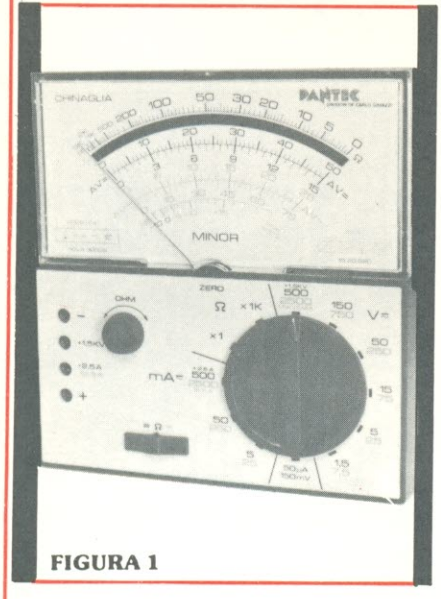



**FIGURA 1**

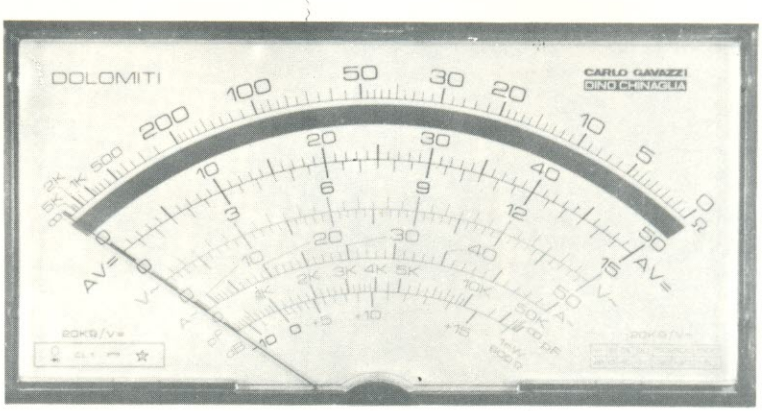



**FIGURA 2**

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tensão: cc | 150 mV | 0,5V | 1,5V | 5V | 15V | 50V | 150V | 500V | 1,5kV | |
| ca | | | | 5V | 15V | 50V | 150V | 500V | 1,5kV | |
| constantes | 10 | 0,01 | 0,1 | 0,1 | 1 | 1 | 10 | 10 | 100 | |
| Corrente: cc | 50 µA | 0,5 mA | 5 mA | 50 mA | 0,5 A | 5 A | | | | |
| ca | | | 5 mA | 50 mA | 0,5 A | 5 A | | | | |
| constantes | 1 | 0,01 | 0,1 | 1 | 0,01 | 0,1 | | | | |
| Decibéis: | —10 a 16 | 0 a 26 | 10 a 36 | 20 a 46 | 30 a 56 | 40 a 66 | | | | |
| valor a adicionar | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | | | |
| Resistência: cc | 0,5 k | 5 k | 50 k | 500 k | 5 M | 50 M | | | | |
| ca | | | | | 5 M | 50 M | | | | |
| constantes | 0,1 | 1 | 10 | 100 | 1 k | 10 k | | | | |
| Capacitância: | por reatância — | 50 000 pF | | 500 000 pF | | | | | | |
| constantes | | | 1 | | 10 | | | | | |
| pelo capacímetro balístico | 10 µF | 100 µF | 1000 µF | 10 000 µF | 100 000 µF | 1 F | | | | |

**FIGURA 3**

mentos de medição; o multímetro da figura 1, por exemplo, tem um tamanho de 150 × 80 × 40 mm, apenas, com um peso de 350 gramas.

Além disso, sabendo-se que a redução no tamanho de um aparelho tende a aumentar seu preço, os analógicos apresentam um custo menor de miniaturização, em relação aos digitais.

**Escalas não-lineares**: Certas escalas não-lineares, tal como a de decibéis (que quase todos os instrumentos analógicos possuem) são difíceis de se desenvolver em instrumentos digitais.

E, além do mais, os aparelhos digitais de medição não possuem escalas de medida de capacitância, junto às escalas convencionais, coisa bastante comum em vários multímetros de ponteiro.

**Medições especiais**: Certos tipos de análise de circuitos, tais como as medições de pico ou zeramento, são de difícil interpretação em instrumentos digitais.

Outro ponto a favor dos analógicos, que passa desapercebido, mas que pode ser significante em certos casos, é o fato de que os aparelhos digitais, que usam LEDs em seus «displays», sofrem «ofuscamento» pela luz do sol, ou por qualquer luz de grande intensidade.

Sem comparações, agora, vamos ver o que podem nos oferecer os instrumentos analógicos; esses aparelhos passaram por vários aperfeiçoamentos, que os tornaram mais práticos, precisos, confiáveis e seguros.

**Precisão:** Graças aos melhoramentos introduzidos no circuito e no mecanismo do ponteiro, os instrumentos analógicos tiveram sua precisão elevada; é comum encontrar tais instrumentos com precisões entre 2 e 3%, dependendo da escala.

**Proteção:** Os aparelhos de medição atuais são protegidos de tal maneira que resultam praticamente indestrutíveis. Existe, por exemplo, a proteção para o ponteiro, que evita que o mesmo entorte, ao bater violentamente contra o fundo da escala; e, no circuito, há a proteção contra sobrecargas, que evita a danificação do circuito elétrico, e é geralmente constituída por um par de diodos, ou um disjuntor miniatura, ou ambos.

**Faixas e escalas**: Na figura 2, temos um exemplo típico de mostrador de um multímetro analógico, com todas as suas escalas de medição; e na figura 3, temos a tabela das faixas ou alcances do mesmo aparelho. Estas duas figuras foram colocadas juntas para que possamos mostrar como é fácil trabalhar com essas escalas.

Veja que os valores mostrados na tabela da fig. 3 expressam o valor máximo atingido pelas escalas; e junto a cada valor de tensão, corrente, resistência, etc. está presente o multiplicador, que é o número pelo qual se deve multiplicar a leitura, na escala, para se obter o valor real de medição.

Vamos tomar, como exemplo, as escalas de tensão e corrente contínua do mostrador da

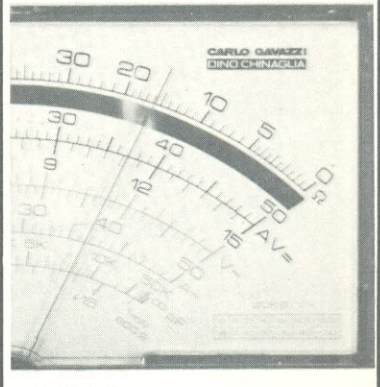



**FIGURA 4**

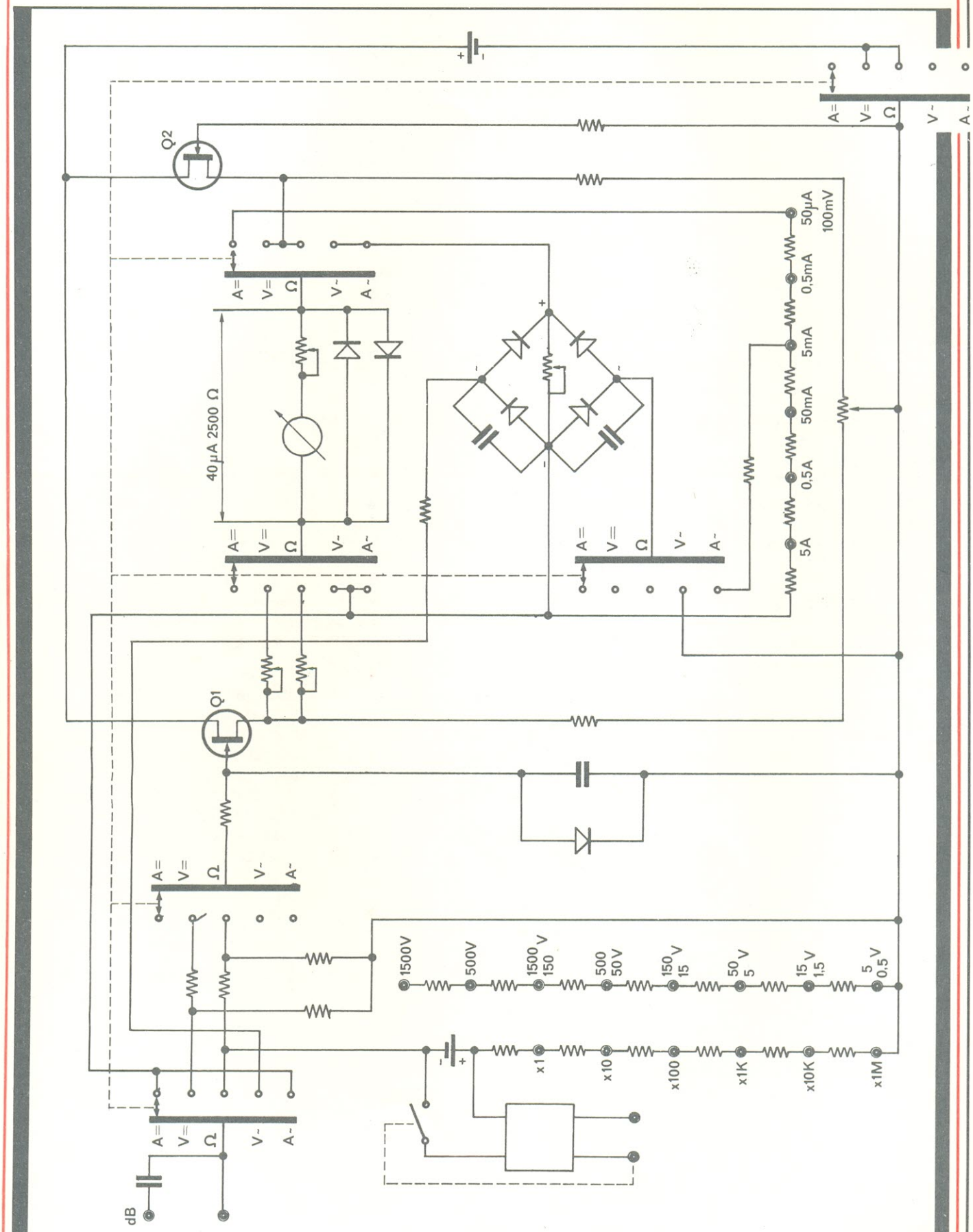

Q2
Q1
A= V= Ω V- A~
40 µA 2500 Ω
50µA 100mV
0,5mA
5mA
50mA
0,5A
5A
1500V
500V
1500 150 V
500 50 V
150 15 V
50 5 V
15 1,5 V
5 0,5 V
x1
x10
x100
x1K
x10K
x1M
dB

FIGURA 5

figura 2 (as escalas indicadas como AV=). Consideremos, uma tensão de 4 Vcc, que deve ser medida; coloca-se, então, a chave comutadora do instrumento na escala de **5 V** e lê-se a medida na escala de 50 V, no mostrador (é a escala AV= inferior, no mostrador). Pode-se ver, pela tabela, que para ler essa tensão no instrumento deve-se. multiplicar o valor impresso na escala pelo fator 0,1; assim, os 40 volts indicados pelo ponteiro devem ser multiplicados por 0,1, resultando em 4 volts.

Por outro lado, se quisermos medir uma corrente CC de 50 µA, por exemplo, basta comutar a chave para o ponto certo e ler o valor diretamente na escala de 0 a 50, em microampères.

Outro detalhe a observar na figura 2 é a presença das escalas de medida de capacitância e decibéis.

**Espelho**: O espelho colocado no mostrador, junto às escalas, é um velho recurso, utilizado em instrumentos de ponteiro, para aumentar a precisão das medidas e que foi aproveitado pelos fabricantes de multímetros analógicos.

O espelho evita o «erro de paralaxe», que nada mais é, senão o erro verificado nas leituras, quando se observa o ponteiro por ângulos diferentes (veja a figura 4). Para se efetuar uma leitura correta, com o auxílio do espelho, deve-se fazer com que o ponteiro coincida com sua própria imagem, refletida no espelho; isto nos obriga a observar o instrumento sempre pelo ângulo correto.

**Estágios eletrônicos**: Muitos dos multímetros atuais fazem uso da eletrônica, para conseguir um maior desempenho. Um bom exemplo é o circuito que está representado na figura 5, o qual utiliza transístores de qual utiliza transístores de efeito de campo na entrada; esta característica permitiu que este aparelho exibisse uma sensibilidade de 200 kilohms por volt, em corrente contínua, e de 20 kilohms por volt, em corrente alternada. Isto significa que o multímetro vai ter menor influência sobre o circuito que está analisando e, portanto, as leituras serão mais precisas.

É lógico que um multímetro que emprega componentes eletrônicos tem a necessidade de uma alimentação separada; mas, mesmo nesses casos o consumo dos aparelhos é bem inferior ao dos instrumentos digitais que usam «displays» de LEDs, por exemplo, onde justamente os LEDs são responsáveis pela maior parcela do consumo.

Nesta rápida análise sobre os multímetros analógicos, quisemos realçar suas vantagens, para mostrar que, muitas vezes, o progresso da eletrônica nem sempre substitui aquilo que é mais antigo, mas simplesmente promove seu aperfeiçoamento, para torná-lo equivalente ao que é novo.


ALFATRONIC

National

SEMICONDUTORES EM GERAL
CIRCUITOS INTEGRADOS
MICROPROCESSADORES

C&K

INTERRUPTORES DE ALAVANCA
BOTÕES MINIATURA,
THUMBWHEELS DE ALTA QUALIDADE
MONTADOS NO BRASIL

HAMLIN

INTERRUPTORES
ELETROMAGNÉTICOS
REED SWITCHES.

ALFATRONIC – IMP. EXP. REPR. LTDA — Av. Rebouças, 1498 — São Paulo — CEP 05402
TELS. PBX 282-0915 — 280-3520 — 280-3526 — Telex (011) 24317

# TDA 2010, TDA 2020: alta fidelidade nos novos amplificadores de potência para áudio

O TDA 2010 e o TDA 2020 são amplificadores operacionais que cobrem a faixa de áudio e se apresentam sob a forma de circuitos integrados monolíticos. Esses novos integrados da SGS são encapsulados em plástico, num encapsulamento tipo «quad-in-line» (veja figura de entrada) de 14 pinos e se destinam a estágios de potência em amplificadores classe B.

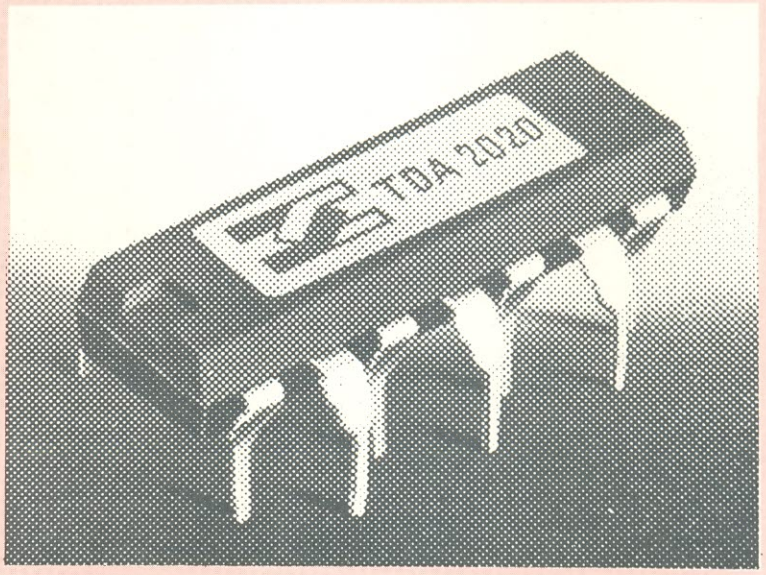
O TDA 2010 pode fornecer 10 watts de potência, com 1% de distorção total, se alimentado com ± 14 V e estiver conectado a um alto-falante de 4 ohms; nas mesmas condições, ele entrega 8 watts a um alto-falante de 8 ohms.

Por sua vez, o TDA 2020 é capaz de fornecer 20 watts a um alto-falante de 4 ohms, com 1% de distorção total, se alimentado com ± 18 V; se for alimentado com ± 17 V, a potência de saída será de 15 watts, com a mesma carga.

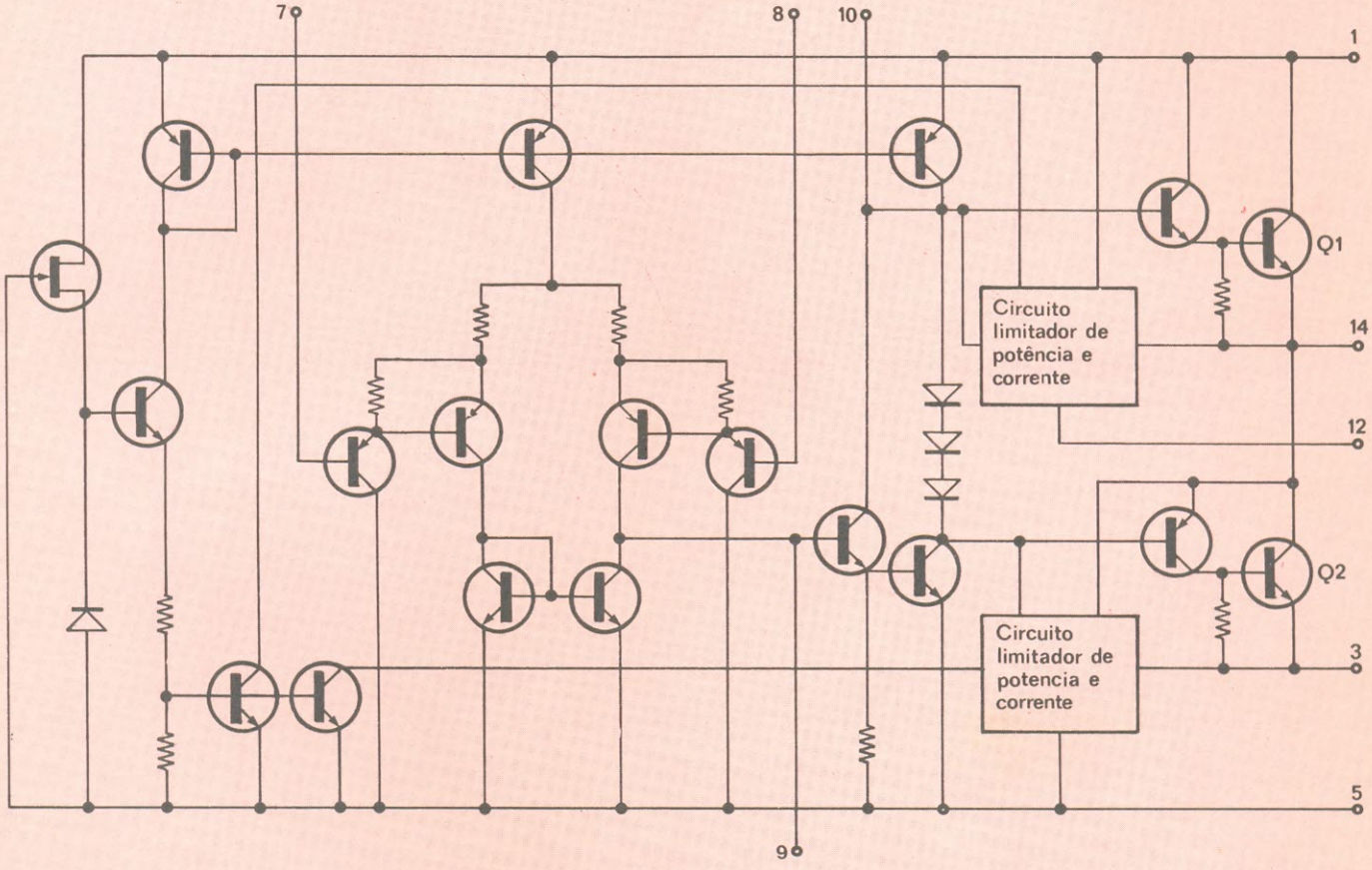
Ambos podem fornecer até 3,5 ampères na saída e apresentam uma distorção total bastante reduzida.

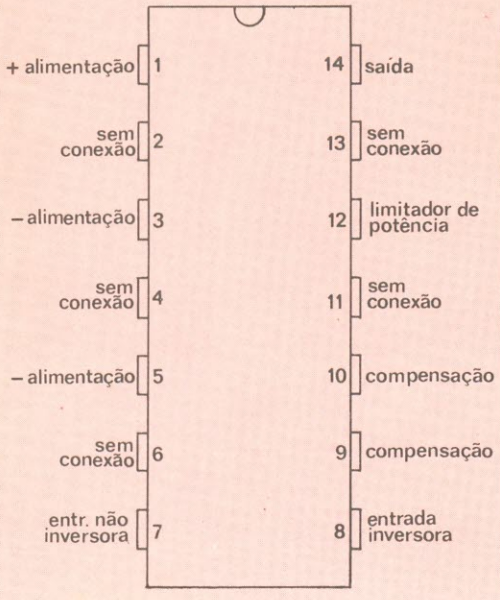
Além disso, tanto o TDA 2010 como o TDA 2020 incorporam dois tipos de proteção interna que os tornam virtualmente indestrutíveis. Veremos o princípio de operação das mesmas mais adiante, juntamente com as curvas ilustrativas.

Veja na figura 1, o circuito interno destes amplificadores operacionais e, na figura 2, seu encapsulamento, visto por cima. Repare que a disposição dos




- Fornecem 10 W (TDA 2010) e 20 W (TDA 2020) de potência de saída.
- Baixa distorção harmônica e por intermodulação.
- Alta corrente de saída.
- Possuem proteção contra curto-circuitos e sistema de limitação térmica.
- Aceitam alto-falantes de 4 e 8 ohms.
- Resposta em freqüência a —3 dB: 10 Hz a 160 kHz.




| Parâmetro | Condições de teste | TDA 2010 Mín. | TDA 2010 Típ. | TDA 2010 Máx. | TDA 2020 Mín. | TDA 2020 Típ. | TDA 2020 Máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vs-Tensão de Alimentação (V) | | 5 | | 18 | 5 | | 22 |
| Ri-Resistência de entrada (MΩ) (pino 7) | | | 5 | | | 5 | |
| Gv-Ganho de tensão (malha aberta)-dB | | | 100 | | | 100 | |
| Gv-Ganho de tensão (malha fechada)-dB | $R_L$ = 4 ohms f = 1 kHz | | 30 | | | 30 | |
| Id-Corrente drenada (A) | Po = 18,5W $R_L$ = 4 ohms (TDA 2020) | | | | | 1 | |
| | Po = 12W $R_L$ = 4 ohms (TDA 2010) | | 0,8 | | | | |

componentes internos e dos pinos é a mesma, em ambos.

Na figura 3, apresentamos alguns dados importantes sobre os dois integrados, enquanto que, nas figuras de 4 a 6, reproduzimos algumas das curvas de desempenho dos mesmos.

**As proteções**

Seguindo pelo circuito da figura 1, vejamos como operam as proteções internas destes dois operacionais:

**Proteção contra curto-circuitos**: Esta é a inovação mais importante introduzida em amplificadores de áudio integrados; consiste de um circuito que limita a corrente dos transistores de saída. Na figura 7, vemos que a corrente máxima de saída é uma função da tensão coletor-emissor dos transistores; desta maneira, esses transistores irão trabalhar dentro de sua área segura de operação, como pode ser visto na figura 8. Esta função, portanto, pode ser considerada como uma limitação de potência de pico, e não apenas uma limitação de corrente.

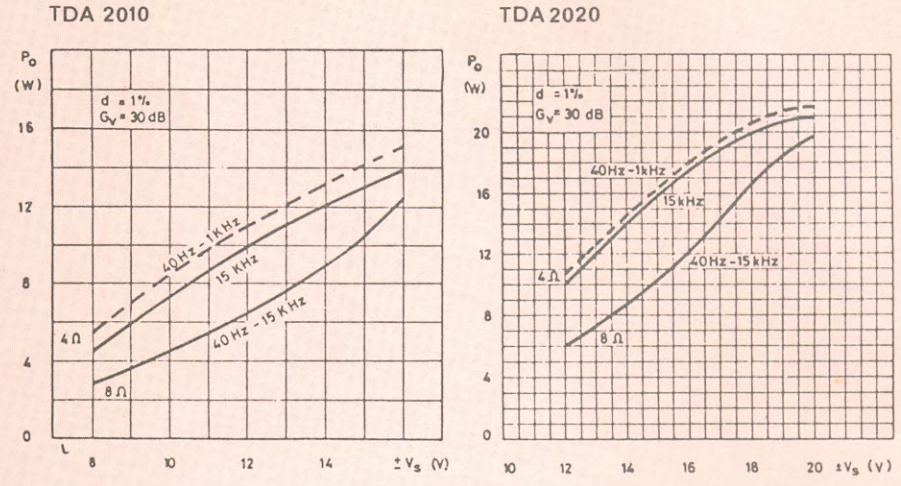
Assim, os amplificadores estão protegidos contra sobrecargas temporárias e contra curto-circuitos. Caso a condição de curto se prolongue, o sistema de limitação térmica entrará em ação, mantendo a temperatura da junção dentro de seus limites de segurança.

As curvas apresentadas nas figuras 7 e 8 são referentes ao TDA 2020.

**Limitação térmica**: A presença de uma proteção deste gênero oferece as seguintes vantagens:

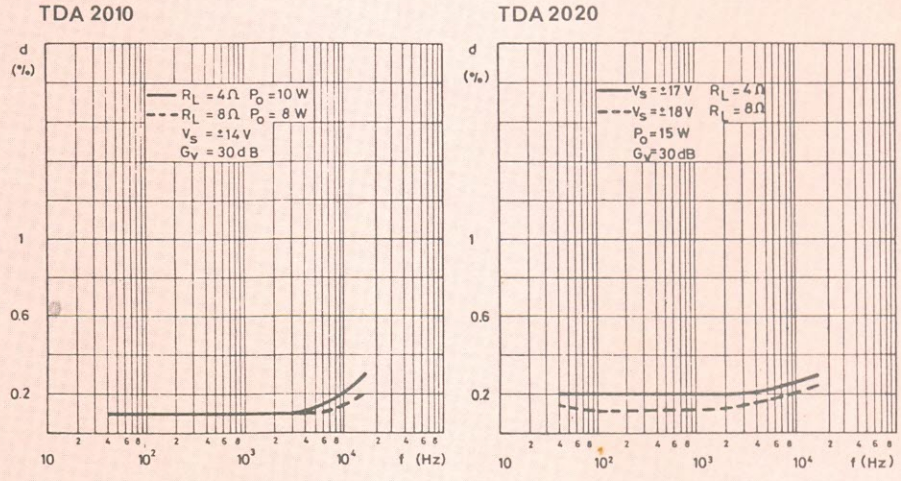
1) — Uma sobrecarga na saída (mesmo permanente) ou uma temperatura ambiente acima do limite podem ser facilmente suportadas, já que a temperatura da junção não pode ultrapassar os 150°C.

2) — O dissipador pode ter um menor fator de segurança,



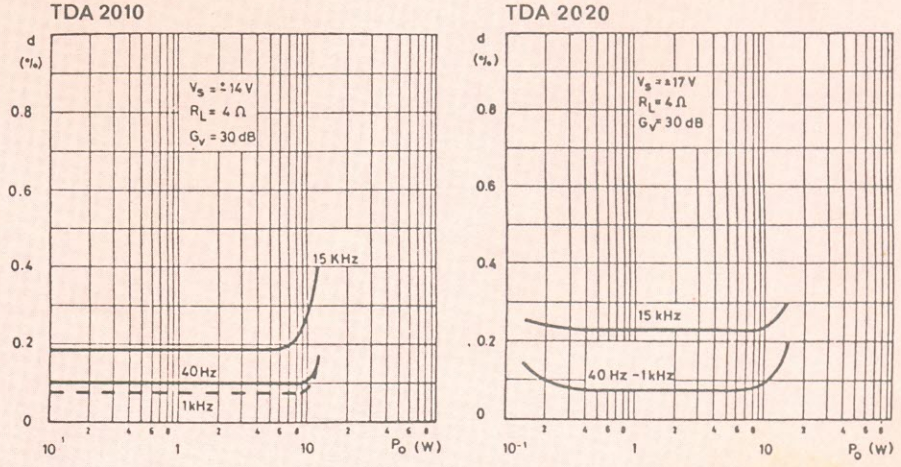

Potência de saída típica × tensão de alimentação

**FIGURA 4**



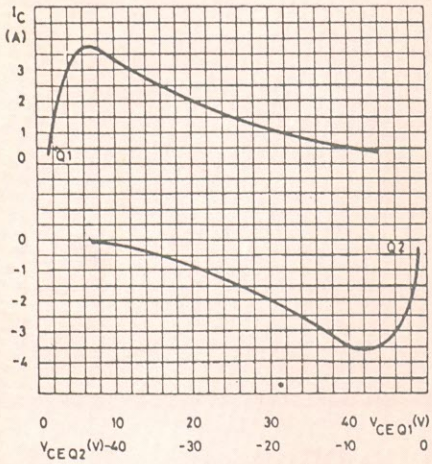

Distorção típica × freqüência

**FIGURA 5**



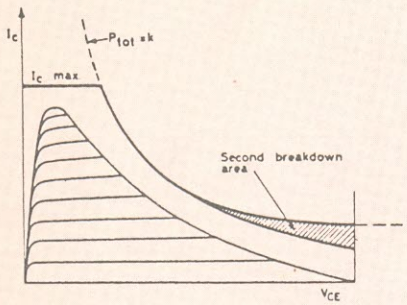

Distorção típica × potência de saída ($R_L$ = 4 ohms)

**FIGURA 6**



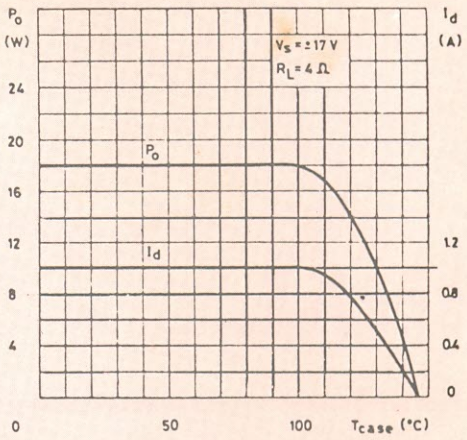

Corrente de saída máxima × tensão ($V_{CE}$) em cada transistor de saída

**FIGURA 7**




Area segura de operação e características do coletor do transistor protegido

**FIGURA 8**




Potência de saída e corrente drenada = temperatura do encapsulamento

**FIGURA 9**

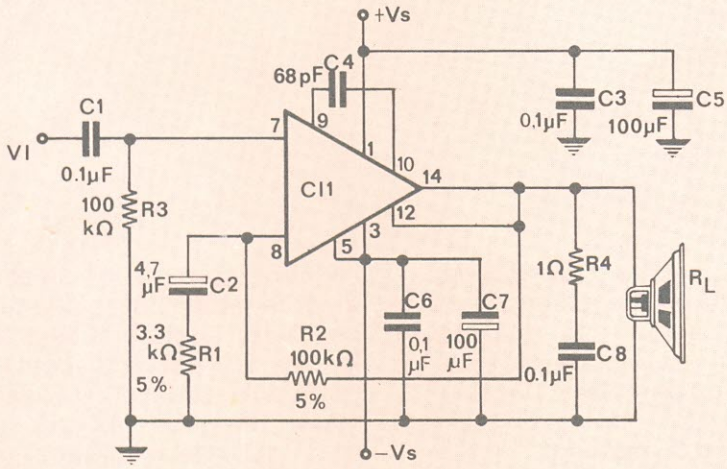



**FIGURA 10**

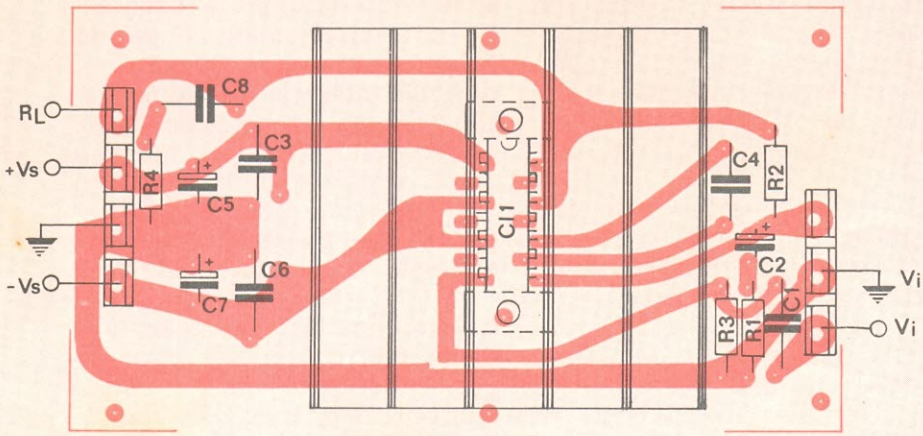



**FIGURA 11**

comparado ao de um circuito convencional, pois não há possibilidade de danos ao circuito devido à alta temperatura da junção.

Se, por qualquer razão, a temperatura da junção chegar aos 150°C, o sistema limitador simplesmente reduzirá a dissipação de potência e o consumo de corrente.

A figura 9 referente ao TDA 2020, mostra o efeito desta proteção.

**Um circuito prático**

Passando para o plano prático, apresentamos, na figura 10, um circuito amplificador que pode empregar tanto o TDA 2010 como o TDA 2020, sem que nenhum componente tenha seu valor alterado.

Na figura 11, temos, em escala natural, o desenho do circuito impresso utilizado para o amplificador da figura 10, visto pelo lado dos componentes.

Este circuito impresso encontra-se à venda em todas as lojas que oferecem os kits Nova Eletrônica, ou seja:

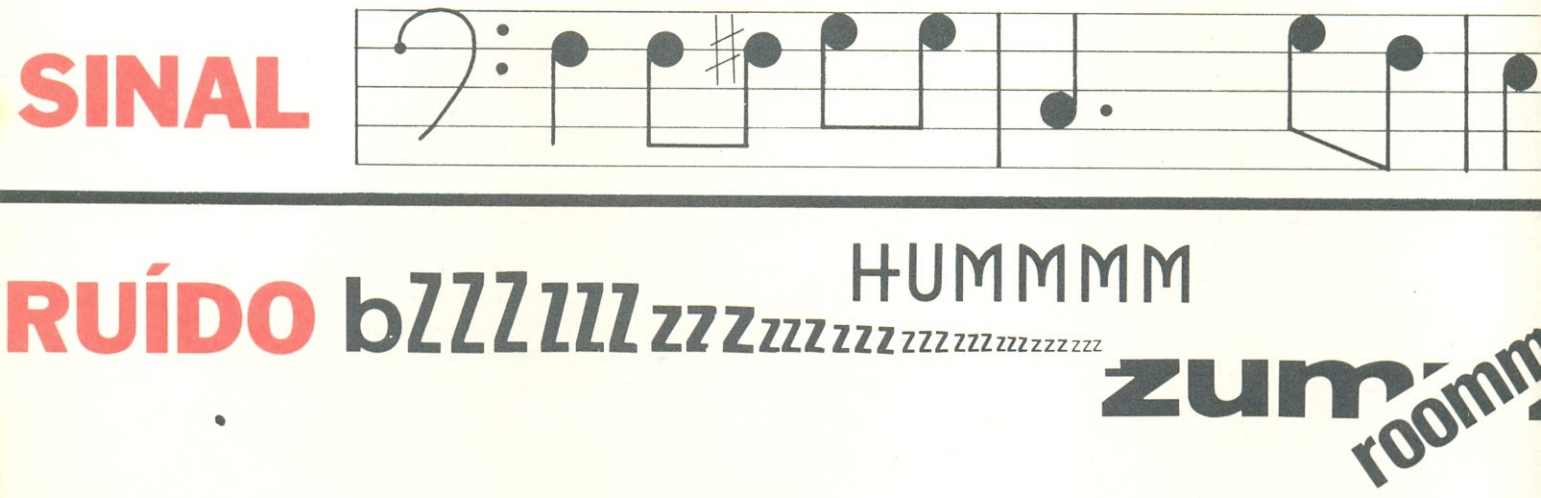
Filcres, em São Paulo

Deltronic, no Rio de Janeiro

Digital, em Porto Alegre

Brasitone, em Campinas

# ENTENDENDO AS RELAÇÕES




HERMAN BURSTEIN

As relações sinal/ruído para «tape-decks» tendem a ser problemáticas, devido à variedade e à variação dos fatores envolvidos nessas medições. O máximo sinal que pode ser introduzido em uma fita é definido de várias maneiras; uma delas diz que o sinal razoável é aquele que faz com que o VU meter do «tape-deck» indique 0 VU, mas tal leitura pode representar uma infinidade de níveis de sinal.

A relação sinal/ruído (S/R) também varia com o tipo e a idade da fita utilizada e, é claro, varia com a inclusão de um sistema de redução de ruído, tal como o sistema Dolby.

Devido a esses e outros fatores, ainda, a relação S/R, para um certo modelo de «tape-deck», varia ao longo de uma faixa considerável — de 10 dB ou até mais.

O objetivo deste artigo é o de explicar o porquê de tão grande variação nos valores da relação sinal/ruído, para o mesmo «tape-deck». Antes de abranger esse assunto, porém, vamos explorar um pouco o sentido da relação sinal/ruído para «tape-decks».

**Um pouco de história**

Uma relação sinal/ruído de 55 dB é o mínimo necessário para uma reprodução de alta fidelidade. Há dez anos atrás, a maioria dos gravadores caseiros não alcançavam uma relação sinal/ruído melhor que 45 dB. E, há aproximadamente três anos atrás, o mesmo tipo de «tape-decks» eram considerados ótimos, se exibissem uma S/R de 55 dB.

Entretanto, os melhoramentos introduzidos pelos circuitos eletrônicos dos gravadores, pelas cabeças de gravação e pelas fitas, adicionados ao advento dos dispositivos de redução de ruídos, como o Dolby, dbx e o ANRS, tornaram possível o aparecimento de equipamentos caseiros com razões sinal/ruído da ordem de 65 dB e até mesmo de 70 dB. Agora que as boas relações S/R estão disponíveis a um custo razoável, é dada uma maior importância, nas indústrias de gravação, aos níveis mais elevados da relação sinal/ruído.

**Significado da relação S/R para gravadores**

De um modo geral, a relação sinal/ruído se refere à razão entre o sinal de áudio **desejado** (material de programa) e o sinal de áudio **indesejado** (ruído). A razão é expressa em decibéis (dB), como veremos no próximo parágrafo. Mais especificamente, o numerador da razão S/R refere-se ao máximo sinal de áudio que pode ser registrado numa fita; e o denominador, está relacionado ao ruído do sistema de gravação (produzido pelos circuitos eletrônicos de gravação e reprodução e pela fita).

O máximo sinal de áudio geralmente aceito é aquele que, pelo menos nos equipamentos caseiros, resulta em 3% de distorção harmônica, sobre a fita. Portanto, a medição da relação S/R envolve: a gravação de um sinal de 400 Hz (ou uma freqüência semelhante) a um nível que produza 3% de distorção harmônica; depois, a medição do nível deste sinal na reprodução; depois ainda, a rebobinagem da fita e uma nova reprodução da mesma, mas desta vez, sem o sinal de 400 Hz, de entrada; uma nova medição da reprodução, que desta feita consiste apenas de ruído; e, finalmente, exprimir a razão entre a primeira e a segunda medição da reprodução, em termos de dB.

Uma S/R de 55 dB significa uma máxima razão de potência de 316 000 : 1, o que quer dizer que, assumindo um sistema de áudio com uma resposta razoavelmente plana, o alto-falante fornece quase 316 000 vezes mais potência para o material de programa desejado, em relação ao ruído não desejado. Assim, uma S/R de 60 dB significa uma relação de 1 000 000 : 1; 65 dB, 3 160 000 : 1; 70 dB, 10 000 000 : 1.

Repare , no parágrafo anterior, nossa referência à **máxima** razão de potência; a maior parte do tempo, o sinal de áudio está bem abaixo do pico e, portanto, a relação sinal/ruído vai ser reduzida pelo mesmo número de dB (freqüentemente 20 ou 30 dB, ou até mais). Durante uma passagem silenciosa, o nível de áudio do material de programa pode cair de até 45 dB, o que fará com que a relação S/R sofra a mesma redução.

Para ilustrar o que queremos demonstrar, vamos assumir uma fita com uma S/R de 55 dB, baseada no nível máximo permitido de gravação. Porém, se o nível do programa cai de 45 dB, durante uma passagem mais silenciosa, a S/R cairá de 55 dB para 10 dB, apenas; e, deste modo, o nível do sinal desejado estará a apenas 10 dB acima do ruído.

Pode-se perceber, agora, como é desejável manter a razão sinal/ruído acima dos 55 dB, particularmente quando se trata de um material de programa com uma larga faixa dinâmica (= razão entre os sons mais altos e os sons mais baixos). Um gravador com uma S/R de 65 dB, por exemplo, nos assegura de que o sinal de áudio estará ao menos 20 dB acima do ruído, considerando uma faixa dinâmica de 45 dB. Em resumo, a razão sinal/ruído será de 20 dB nos trechos mais silenciosos do programa, sendo, então, maior do que isso em passagens com maior quantidade de sons e por fim, será de 65 dB, nas passagens mais elevadas.

**As razões para discrepâncias**

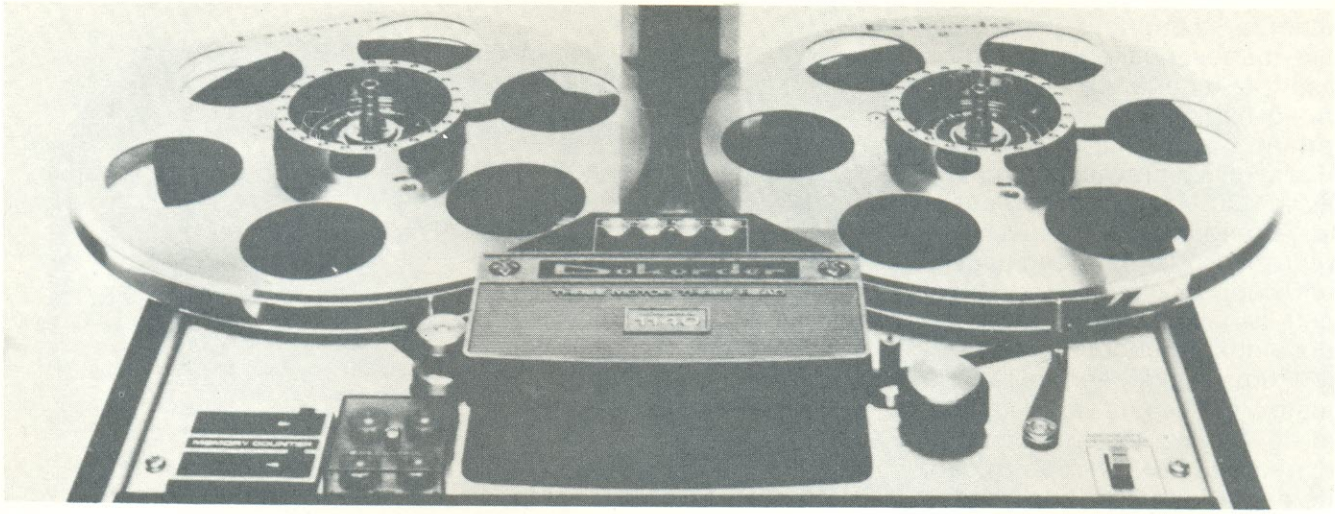
Existem pelo menos sete fatores que explicam o motivo pelo qual um dado modelo de fita pode receber diferentes classificações quanto à relação sinal/ruído:

1. **Nível de referência para a medição da S/R:** Conforme já dissemos, a razão S/R para equipamentos caseiros baseia-se normalmente, em um nível de gravação que produz uma distorção harmônica de 3% sobre a fita. Podemos chamar a isso de nível de referência a 3%.

Contudo, dois outros níveis de referência são também utilizados; um deles é o que produz uma distorção harmônica de 1%. Este nível tende a ser um nível de gravação que chega a quase 7 ou 8 dB abaixo do nível de 3%; desta maneira, quando o nível de 1% for empregado para medir a relação S/R (geralmente é o caso para gravadores profissionais), esta é reduzida em 7 ou 8 dB. Como exemplo, podemos citar que uma relação S/R de 65 dB, a 3%, cai para 57 ou 58 dB, a 1%.

A segunda alternativa para nível de referência refere-se ao nível de gravação que faz com que o VU meter do aparelho indique 0 VU. Normalmente, os VU meters, em equipamentos de alta qualidade, são calibrados para indicar 0 VU quando o nível de gravação é tal que a 400 Hz produz 1% de distorção harmônica sobre a fita. Em tais casos, o nível de referência de 0 VU dá origem à mesma classificação S/R do nível de referência de 1%.

Algumas vezes, contudo, uma leitura de 0 VU poderá corresponder a menos ou a mais que 1% de distorção; a relação sinal/ruído acompanhará esses valores. Especial atenção deve ser dada aos gravadores que possuem VU meters de leitura de pico que (diversamente do VU meter padrão) indicam o nível de pico, ao invés do nível médio do sinal de áudio. Os medidores de leitura de pico tendem a ser calibrados de modo que 0 VU corresponda ao nível de referência de 3%; assim, neste caso, a relação sinal/ruído baseada em 0 VU será equivalente àquela baseada no nível de referência de 3%.



2. **«Pesos» para o ruído na reprodução**: A faixa de audição, para o ser humano, se estende de 20 a 20 000 Hz; entretanto, não ouvimos todas as freqüências igualmente bem, considerando que todas elas sejam apresentadas aos nossos ouvidos com a mesma potência acústica.

Nosso ouvido tende a ser menos sensível em freqüências baixas e altas.Deste modo, o ruído em baixas e altas freqüências, é menos audível que o ruído das freqüências médias. Para que este fenômeno seja levado em conta, as medições de ruído durante a reprodução (como descrevemos anteriormente) são, em algumas ocasiões, «pesadas» ou dosadas, de acordo com o que se julga ser a típica variação de sensibilidade do ouvido humano, à medida que a freqüência varia. Em outras palavras, o ruído produzido pelo gravador durante a reprodução é injetado em um dispositivo de filtragem elétrica, que reduz gradualmente a potência do ruído em baixas e em altas freqüências. Aí, então, o ruído é medido; o resultado deste processo é o de reduzir a quantidade de ruído medido.

Várias «curvas de dosagem» são empregadas, ou seja, várias intensidades de redução da energia do ruído,em freqüências altas e baixas. Podemos citar, a título de exemplo, uma dessas curvas, com a qual a redução de ruído torna-se significativa (redução de 3 dB ou mais) abaixo de 800 Hz e acima de 7500 Hz, aproximadamente. A redução é mais violenta para as baixas freqüências, sendo de quase 32 dB a 50 Hz e ainda maior, a freqüências mais baixas.

No resultado final, o uso de dosagem nas medições da relação sinal/ruído reflete numa elevação da mesma. É difícil, contudo, dizer **de quanto** ela é aumentada; este fator depende da curva de dosagem utilizada e, também, do gravador que está sob medição. Por exemplo, se um certo gravador exibir um zumbido particularmente intenso de 60 Hz, ele poderá ser mais beneficiado por medições dosadas de S/R, do que um outro gravador, que possua um baixo zumbido de 60 Hz.

Em conjecturas aproximadas, a dosagem pode melhorar a relação S/R em 6 a 10 dB, aproximadamente. Assim, um gravador com uma razão sinal/ruído de 50 dB sem dosagem, considerada um tanto pobre, pode alcançar uma S/R de 60 dB, por meio da dosagem, o que é considerado excelente.

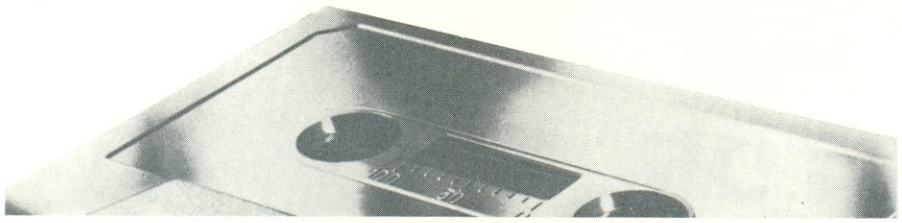
3. **O uso do Dolby e de outros sistemas para reduzir o ruído:** Para que um gravador tenha uma real pretensão à alta fidelidade, deve constar em seu circuito um sistema Dolby ou qualquer outro sistema eficiente de redução de ruídos.

Mesmo sabendo-se que os gravadores de rolo podem chegar ao nível de alta fidelidade sem a necessidade de sistemas de redução de ruídos, há uma tendência geral à inclusão de tais sistemas nos circuitos dos gravadores; as explicações anteriores já esclareceram as vantagens de se exceder os requerimentos mínimos de alta fidelidade, ou seja, a relação S/R de 55 dB. O Dolby e outros sistemas semelhantes são capazes de melhorar essa relação em 6 a 10 dB, principalmente a velocidades baixas da fita.

4. **O tipo de fita utilizada**: Considerando-se um certo nível de distorção (3%, por exemplo), alguns tipos de fita podem fornecer mais sinal de áudio do que outros; conclui-se, assim, que a fita de alta saída fornece mais sinal do que as fitas convencionais. Além disso, as fitas de baixo ruído dão origem a menos ruído e outras, que são de baixo ruído e alta saída, reúnem as duas vantagens citadas.

Vê-se que é normal existir uma diferença de alguns dB na razão S/R, dependendo do tipo de fita empregado. E, além do mais, verifica-se certas variações, até mesmo em várias marcas do mesmo tipo de fita.

5. **Probabilidade**: As variações aleatórias dos componen-



tes usados (transístores, resístores, capacitores, etc.) e da fiação, podem resultar em ligeiras variações da razão sinal/ruído, no mesmo modelo e marca de gravador. Tais variações aproximam-se da casa dos 1 ou 2 dB.

6. **O controle de qualidade**: Tal controle, sobre a qualidade dos gravadores pode variar desde a muito rigorosa, até a um tanto «relaxada». O controle de qualidade é um dos fatores pouco vistos, que entram em jogo numa máquina dispendiosa.

No caso da relação sinal/ruído, um controle de qualidade rigoroso pode assegurar que existe uma variação mínima de um gravador a outro do mesmo modelo e também que nenhum deles está abaixo das especificações. O controle negligente permite uma variação bem extensa.

7. **Os aperfeiçoamentos dos sistemas**: Ao longo do tempo de vida de um certo modelo de gravador, que pode ser de vários anos, o fabricante geralmente efetua mudanças em seus produtos, que podem resultar em razões S/R melhoradas. Tais mudanças têm por base a pesquisa contínua do fabricante dos gravadores, novos desenvolvimentos vindos de outros (como do fabricante de cabeças de gravação, por exemplo) e a realimentação vinda dos revendedores, compradores, críticos de equipamentos, etc. Assim, uma versão mais recente de um certo modelo pode apresentar uma relação sinal/ruído melhor que a das versões anteriores.

**Conclusões**

Embora as discussões abordadas neste artigo tenham sido úteis, estão longe de ser satisfatórias. Não é satisfatório saber que as relações S/R para gravadores variam, não apenas devido a diferenças inerentes na qualidade dos gravadores, mas também devido a diferenças nos métodos de medida e nas fitas usadas para tal. De que maneira irá o audiófilo comparar a razão sinal/ruído de um gravador: simplesmente para conhecê-la ou para compará-la à de um outro equipamento de áudio?

Esta situação pode ser resolvida por duas perguntas, feitas pelo audiófilo à indústria, que deve estar preparada para respondê-las, para cada tipo de gravador. As perguntas seriam as seguintes:

Com base sobre (a) a fita recomendada pelo fabricante para o seu gravador, (b) o nível de referência de 3% e (c) medições sem dosagem:

1) — Qual é a razão sinal/ruído, **sem** a presença de sistemas de redução de ruído?

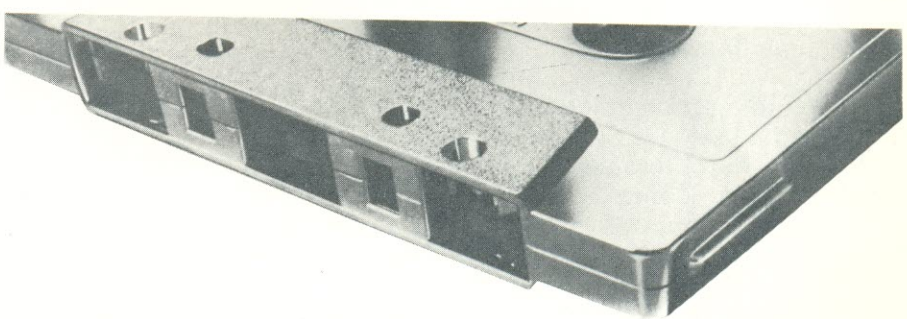
2) — Caso o gravador inclua sistema de redução, qual o valor da relação sinal/ruído **com** esse sistema?

Temos que estar em condições de comparar as relações sinal/ruído dos gravadores numa base comum. Até o dia em que todos os gravadores incluam um sistema interno de redução de ruído, a base comum é, necessariamente, o circuito sem a presença desses sistemas. Assim, no caso de um determinado equipamento possuir um desses sistemas, precisamos responder às duas perguntas formuladas (caso contrário, só a primeira deve ser esclarecida, é claro).

Os dispositivos de redução de ruído estão disponíveis, hoje em dia, tanto no interior dos equipamentos, como em sistemas independentes. Portanto, uma pessoa tem direito, e com razão, de querer saber a relação sinal/ruído de seu sistema de gravação, com o sistema de redução incluído.

Se o sistema for embutido, esta informação é fornecida pela resposta à pergunta 2; caso contrário, pode-se obter uma razoável aproximação, somando-se ao valor dado pela resposta da pergunta 1, o valor da razão S/R melhorado pelo sistema externo de redução.

Ilustrando, suponha um gravador com uma S/R de 55 dB, baseada na referência de 3% e medição de ruído sem dosagem; e suponha que o sistema externo permita uma melhora de 8 dB na S/R; deste modo, a S/R do sistema de gravação, incluindo o sistema de redução, chega a 63 dB.



# O TIRÍSTOR E SUA APLICAÇÃO À INDÚSTRIA

CONCLUSÃO

*Até agora, limitamo-nos a apresentar as várias aplicações mais comuns dos SCR's, fornecendo, a título de exemplo, alguns circuitos ilustrativos, sem entrar em detalhes sobre os cálculos envolvidos. O motivo para esse procedimento se deve aos circuitos apresentados, que são razoavelmente fáceis de se dimensionar e são constituídos por componentes pouco críticos. Mas, tratando-se de inversores (conversores CC-CA), nos quais entra em cena o tempo de corte e o tempo de recuperação, faz-se necessário um dimensionamento mais cuidadoso, a fim de evitar conseqüências desagradáveis.*

KO MING CHO

Devido a isso, o presente artigo é um pouco teórico, pois apresenta alguns cálculos indispensáveis ao projeto de determinado tipo de inversor

## COMUTAÇÃO FORÇADA POR MEIOS EXTERNOS

O processo de autocomutação mencionado no artigo anterior é bastante simples; seu período de condução é pré-determinado pelo circuito e pode variar de acorco com a reatância da carga, ou seja, não há meio de controlar o período de condução através do circuito de disparo.

Esse problema é contornado, usando-se um meio de comutação forçada. Naturalmente, uma linha de corrente alternada (CA) pode ser considerada como um método de comutação forçada, já que o SCR deixa de conduzir durante o semiciclo negativo. Mas, como estamos tratando de inversores, tudo o que temos é uma linha de corrente contínua (CC) e, portanto, o processo de comutação deve ser providenciado de outra forma.

### Comutação por meio de um segundo tirístor com carga (figura 25)

Este metodo é bastante utilizado para comutar SCR's em várias aplicações de inversores.

Vamos supor que o tirístor SCR2, na figura 25, esteja conduzindo; o capacitor C será carregado com a polaridade indicada. Se, agora, o tirístor SCR1 for disparado, o ponto A ficará com o mesmo potencial do ponto B; devido à polaridade com que o capacitor C está carregado, a tensão entre os pontos C e B torna-se negativa, forçando o tirístor SCR2 ao corte.

SCR1 está conduzindo, então, e será cortado, de maneira análoga, pelo SCR2, quando este for disparado.

Parece simples? E, aparentemente, é. Mas, como dizem, na prática a teoria é outra. Observe que o circuito emprega duas car-

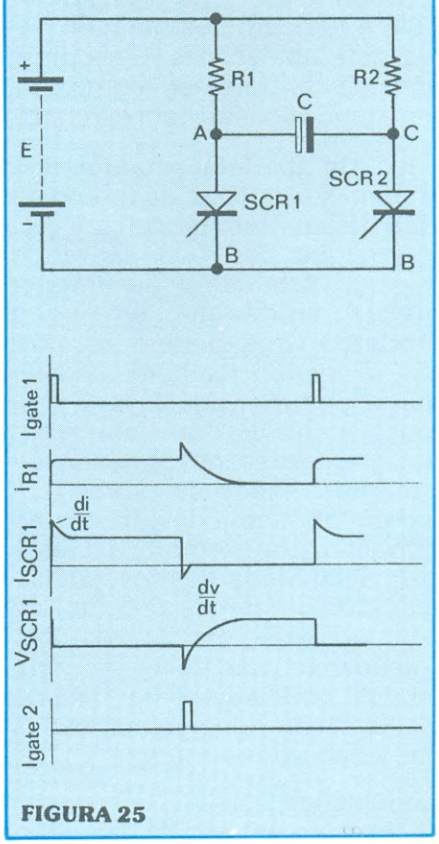



**FIGURA 25**

gas (correspondentes a R1 e R2), coisa não muito comum na prática.

Naturalmente, é possível utilizar apenas uma carga, mantendo um resistor como segunda carga; isto, porém, implicaria numa considerável perda de potência.

Baseado no mesmo princípio de funcionamento, o circuito da figura 26 é conhecido como inversor de McMurray-Bedford e sua operação é a seguinte:

Assumindo que SCR1 esteja conduzindo e que SCR2 esteja bloqueado, a corrente da fonte CC está atravessando o lado esquerdo do enrolamento primário do transformador. A ação autotransformadora do enrolamento produz uma tensão igual a $2E_b$ no anodo de SCR2, carregando o capacitor C a $2E_b$ volts.

No momento em que o tirístor SCR2 for disparado, o ponto (A) sobe a $2E_b$ volts, aproximadamente, polarizando inversamente SCR1 e, como conseqüência, causando seu bloqueio. Quando SCR1 voltar a conduzir, o inversor irá retornar ao primeiro estado. Conseqüentemente, a corrente da fonte CC flui alternadamente pelos dois lados do primário do transformador, induzindo uma tensão CA no secundário, sob a forma de onda quadrada.

Os diodos D1 e D2 realimentam, à fonte CC, a potência associada às cargas capacitivas e indutivas. No caso de cargas indutivas, a energia estocada na carga, ao fim de um semiciclo da tensão CA, é devolvida à fonte no início do semiciclo seguinte. Por outro lado, no caso de cargas capacitivas, a energia armazenada no início de um semiciclo é devolvida à fonte no semiciclo seguinte.

Conforme dissemos no início deste artigo, vamos ressaltar, em especial, a parte relativa aos cálculos necessários para o projeto do inversor. As equações serão apresentadas diretamente, sem deduções, uma vez que isto implicaria num desenvolvimento demasiadamente longo.

Para especificar o inversor, devemos dispor dos seguintes dados:

— Tensão de saída ($E_o$) — em volts RMS
— Potência de saída ($P_o$) — em watts
— Freqüência de saída (f) — em hertz
— Fator de potência da carga (fp)
— Fonte CC disponível ($E_b$) — em volts

**Equações relativas à carga:**

Resistência da carga

$$RL = (E_o^2/P) \times f_p^2$$

Reatancia da carga

$$X_L = (R_L/f_p)\sqrt{1 - f_p^2}$$

Impedância da carga

$$|Z_L| = \sqrt{R_L^2 + X_L^2}$$

**Relação do número de espiras do transformador:**

$$n = E_o/E_b$$

**Potência de entrada,** assumindo uma eficiência de 85%:

$$P_e = P_o/0{,}85$$

**Corrente média nos SCR's:**

$$I_{média(SCR)} = \frac{P_o/Z_e}{2.E_b.R_e}$$

**Tensão de pico no SCR:**

$$V_p(SCR) < 2{,}5\,E_b$$

Com o valor de $I_{média}$ e $V_p$, podemos fazer uma escolha preliminar do SCR a ser usado.

**Corrente de pico no SCR:**

$$I_p = 4E_b.C/L$$

**Tempo de corte ($t_c$):**

$$T_c = (2\pi/3)\sqrt{LC}$$

**Velocidade da tensão direta reaplicada após o bloqueio do SCR:**

$$dv/dt = 0{,}85E_b/\sqrt{LC}$$

**Velocidade de subida da corrente no instante da condução:**

$$di/dt = 2E_b/L$$

Com as relações anteriores, pode-se determinar o valor do indutor (L) e do capacitor (C) para o circuito da figura 26.

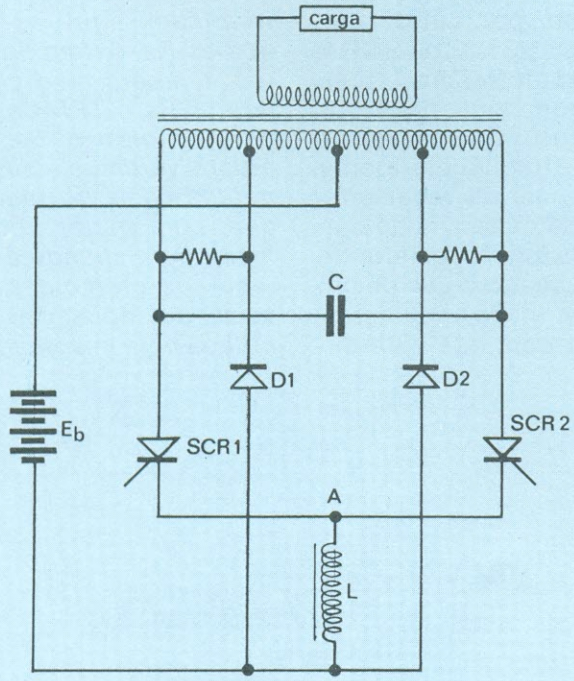



**FIGURA 26**

$$L = 6.E_b.t_c / \pi . I_p$$

Escolha os valores de $t_c$ e $I_p$ desejados e determine o valor de L ($t_c$ e $I_p$ não devem ultrapassar a especificação do SCR escolhido). Neste ponto, é possível calcular o valor de dV/dt:

$$dV/dt = 3{,}44 . E_b^2 / L . I_p$$

Caso o dV/dt encontrado ultrapasse a especificação do SCR escolhido, é necessário elevar o valor do indutor L e, então, recalcular o $I_p$. Pode-se calcular o capacitor C:

$$C = 3 . t_c . I_p / 8 . \pi . E_b$$

Um valor mínimo de L deve ser mantido para que se mantenha a velocidade de di/dt dentro da especificação.

Os cálculos podem parecer um tanto complicados, mas, com um pouco de treino, tornam-se bastante simples, principalmente se o leitor já possuir uma carta prática em tirístores.

Existem ainda muitos outros métodos de bloqueio de SCR's em condução, não cabendo a nós discutí-los todos, devido à vastidão do assunto. A finalidade desta série de artigos é a de mostrar todas as amplas possibilidades dos tirístores, deixando para o leitor a iniciativa de aproveitá-las.

Baseados neste raciocínio, podemos fazer um pequeno retrospecto. Vimos que o tirístor pode ser usado para:

a. Controlar a tensão CA (controle de fase);
b. Transformar uma corrente CA em CC (retificação controlada);
c. Transformar uma corrente CC em CA (com inversores).

Existe, entretanto, uma outra aplicação para os tirístores, um pouco mais desconhecida, denominada cicloconversão, e consiste na conversão de freqüência de um sinal CA (de uma freqüência elevada para uma outra, mais baixa).

O princípio de operação pode ser facilmente compreendido com o auxílio de um circuito básico de um ciclo conversor (figura 27).

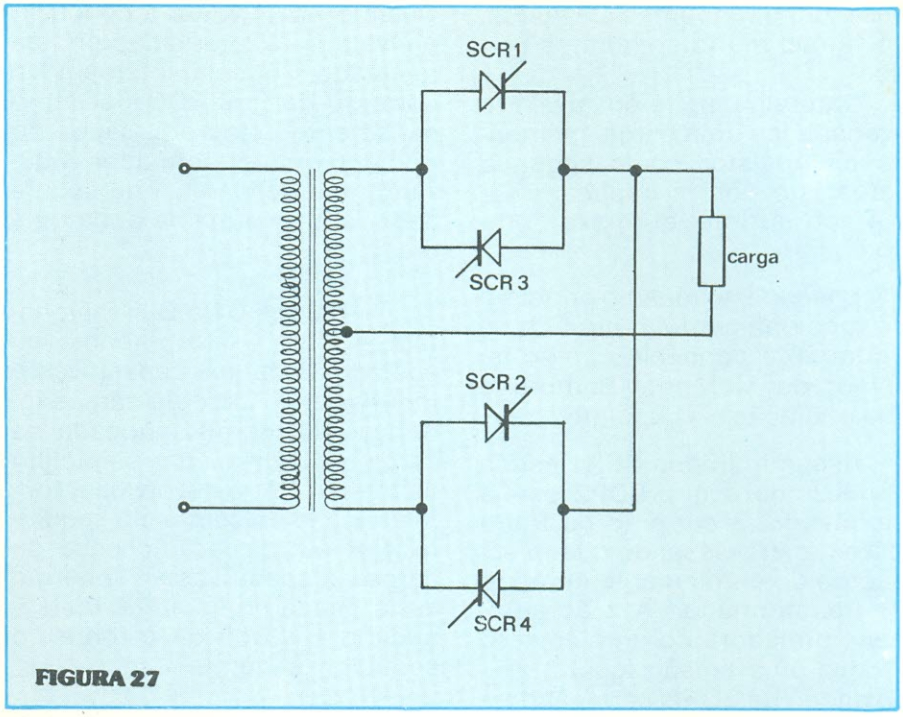


**FIGURA 27**

Na figura, vê-se um retificador de onda completa, equipado com dois conjuntos de SCRs, fornecendo uma saída com polaridades opostas. Assim, se SCR1 e SCR2 forem disparados, a saída CC irá exibir uma certa polaridade; se, por outro lado, dispararmos SCR3 e SCR4, aquela polaridade será invertida.

Deste modo, ao dispararmos alternadamente os pares de SCRs, a uma freqüência menor que a freqüência da rede, teremos uma onda quadrada de corrente atravessando o resistor de carga. É necessário o uso de um filtro, para eliminar a ondulação.

Para fazer com que este circuito produza uma onda senoidal, o disparo de cada SCR deve possuir um certo atraso angular, fornecendo, então, a saída mostrada na figura 28.

*Com as exposições acima, encerramos esta série de artigos. As exposições não pretendem ser completas, assim como não terminam aqui as aplicações dos SCRs. A família dos tirístores, também, não está limitada aos SCRs e TRIACs. Com o desenvolvimento da eletrônica atual, veremos surgir componentes cada vez mais sofisticados, com maior freqüência, no mercado. Sabendo aproveitar os recursos oferecidos pelos tirístores, sua aplicação só ficará limitada pela imaginação.*

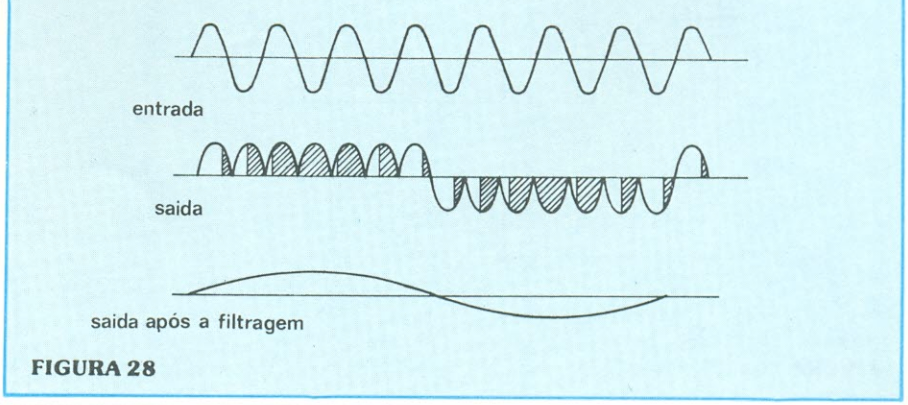


**FIGURA 28**

# SUPRESSÃO DOS TRANSIENTES DE TENSÃO

KO MING CHO

## INTRODUÇÃO: DEFEITOS

O aspecto mais desconcertante (e, também, mais irritante) dos defeitos de um circuito é o fato de, freqüentemente, não entendermos o que os ocasionou. Quando esses defeitos atingem um produto pelo qual somos responsáveis, despendemos uma quantidade razoável de tempo, esforço e dinheiro para resolver o problema.

Nos produtos eletrônicos existem muitas causas de defeitos, e é raro que estes sejam totalmente compreendidos. Uma causa significante, mas nem sempre reconhecida, é o transiente de sobretensão. Em muitos casos, o transiente é uma fonte de defeitos que não deve ser desprezada.

## TRANSIENTES: CAUSA, EFEITO E DETECÇÃO

**As causas**: Ao tratarmos de qualquer defeito, devemos, primeiramente, estabelecer sua origem, dimensão e natureza. Os transientes podem se dividir em duas categorias: aqueles cuja fonte é identificável e aqueles com origem desconhecida. Vejamos os da primeira categoria.

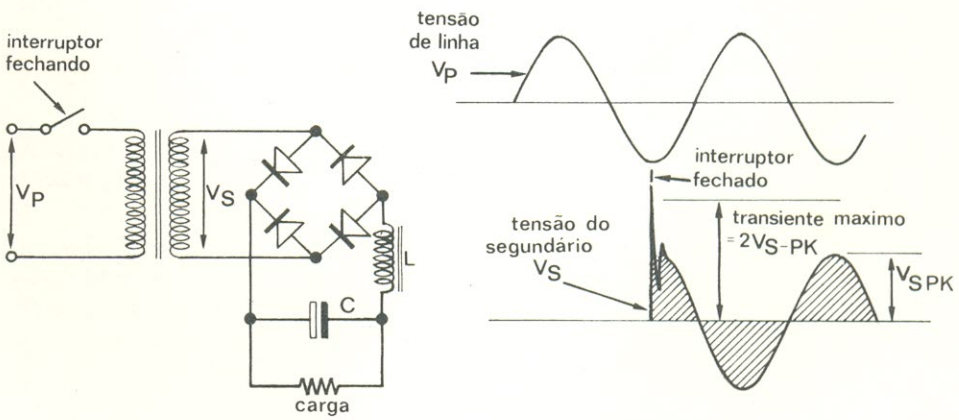



**FIGURA 1**

**Fontes identificáveis** — Em qualquer circuito prático, a mudança de uma determinada condição elétrica ou da energia estocada em um indutor ou capacitor, pode causar um transiente de tensão. Exemplo disso é o pico de tensão provocado pela energização ou desenergização de um indutor (pois, V = L.di/dt, em um indutor).

Chaveamento de indutâncias é, portanto, uma fonte conhecida de transientes; podemos, então, examinar alguns casos relacionados a essa fonte: Por estranho que pareça, a chave liga-desliga tão comumente usada no primário de um transformador, pode-se tornar uma fonte de transientes. De acordo com a figura 1, no instante em que fe-

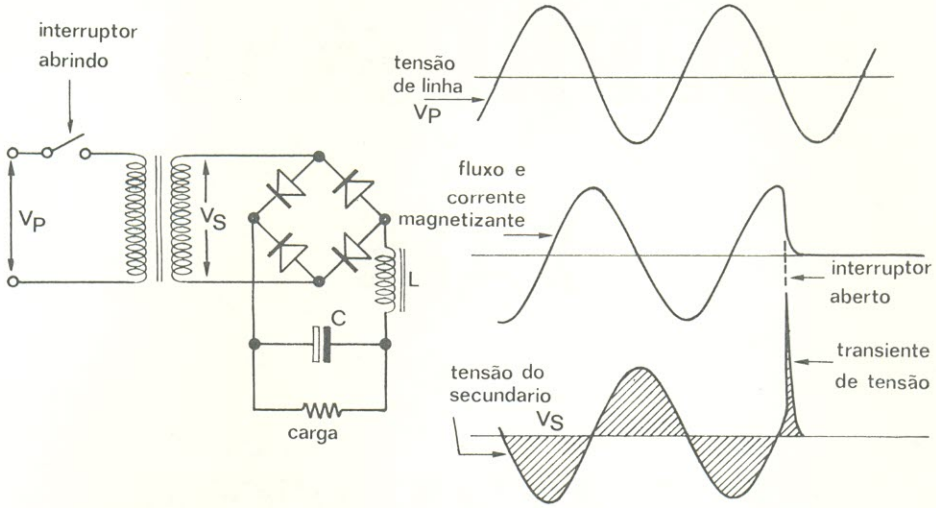



**FIGURA 2**

chamos a chave, introduzimos, no circuito, uma tensão sob a forma de um «degrau». Pelo acoplamento deste degrau com o capacitor e o indutor do secundário, pode-se originar uma oscilação transiente, com um pico superior ao **dobro** da tensão de pico normal do secundário.

Efeito semelhante ocorre ao abrirmos a chave: com a interrupção da corrente, ela vai a zero, bruscamente (figura 2). Devido ao efeito expresso pela fórmula $V = L.di/dt$, onde $di/dt$ é bastante violento, o transiente no secundário do transformador será considerável.

Se, por acaso, a carga do circuito for representada por um componente semicondutor subdimensionado, lá se vão mais algumas horas de trabalho.

O mesmo efeito pode, às vezes, surgir de um modo intrigante. Supondo um circuito protegido por um fusível, como o da figura 3, onde ocorre um curto-circuito; neste caso, o fusível «queima», e o efeito produzido é semelhante ao de uma chave sendo aberta, dando origem, então, a um transiente, o qual pode alojar-se em um dos dispositivos paralelos. Para aqueles que se descuidaram da existência de transientes, a danificação do dispositivo permanecerá um mistério, já que o curto-circuito ocorreu numa outra extremidade do sistema.

Um outro exemplo a citar seria o chaveamento de um solenóide (ou relé) através do coletor de um transistor. No momento em que o transistor entrar em corte, o transiente de pico poderá danificá-lo. É por esta razão que se utiliza, geralmente, um diodo em paralelo com a bobina, a fim de permitir sua desenergização de uma forma segura (figura 4).

**Fontes não identificáveis** — Freqüentemente, os problemas de transientes não estão localizados no sistema, mas na rede de alimentação (ou na própria carga). Essas fontes não são localizáveis, aparecendo, em geral, de uma forma aleatória; o único processo prático para estabelecê-las seria por meio de uma aproximação estatística.

Entre tais fontes, podemos citar os picos de tensão da rede (onde é possível observar picos de até 6000 volts, em redes de 110 volts), e picos de tensão induzidos, por algum meio externo, em cabos longos (o que é bastante freqüente em telefonia).

**Os efeitos:**

Nos semicondutores — Comumente, o dano ocorre quando

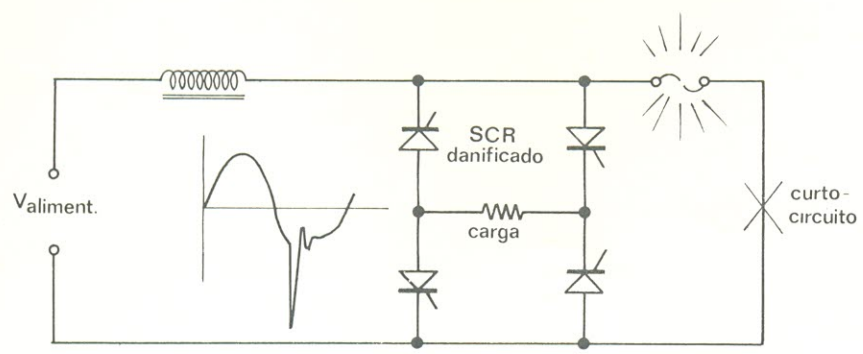



**FIGURA 3**

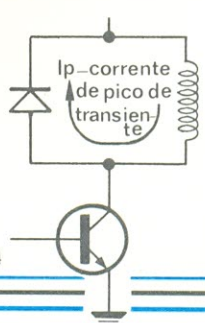



**FIGURA 4**

uma tensão reversa é aplicada a uma junção PN que não está em condução.

Um outro tipo de dano pode acontecer com o transistor em operação, pois o pico de tensão é capaz de tirá-lo de sua área segura de trabalho, causando a sua destruição, pela «avalanche térmica».

Nos contatos — Os contatos são danificados pelos arcos produzidos durante o transiente, quer seja pela transferência de material, quer pela corrosão.

Nos isolamentos — A isolação de fios e cabos, por exemplo, tem a tendência a se deteriorar, devido a uma carbonização localizada.

Geração de ruídos — Os ruídos gerados por transientes podem ser transmitidos diretamente, ou via indução eletromagnética, a outros pontos do sistema. Este efeito torna-se bastante significativo em circuitos lógicos, muito utilizados, atualmente, nos sistemas de controle.

**A detecção**: Devido à característica aleatória dos transientes, estes são difíceis de detectar. Quando sua origem é conhecida, pode-se observá-los com o auxílio de um osciloscópio provido de memória. No caso de fontes não identificáveis, o único meio seria o de medir sua média de ocorrência e a amplitude média, através de algum processo de registro.

## SUPRESSÃO DOS TRANSIENTES

A eliminação de transientes pode ser efetuada de várias maneiras:

1) — Filtros: Pode-se usar capacitores, indutores, ou até elementos ativos, conectados aos terminais onde se origina o problema.

2) — Supressores especiais:
a) — Zeners e diodos de avalanche — Esses diodos são projetados para manter uma certa tensão reversa «constante», limitando, assim, o transiente. Infelizmente, os zeners de aplicação industrial são caríssimos e, quanto aos normais, geralmente não resistem a um tratamento mais rigoroso;
b) — Tubos de descarga — Baseados num princípio semelhante ao empregado pelos diodos zener (efeito de avalanche), os tubos de descarga especiais também podem suprimir os transientes de tensão;
c) — Células de selênio e carboneto de silício — São supressores especiais, de alta energia, projetados para tolerar uma alta corrente reversa, podendo dissipar uma potência razoável, por todo o volume do material. Exibem uma ruptura mais «suave» (em relação ao zener) e, devido a isso, suportam uma grande dose de energia, quando ligados ao circuito;
d) — Varistores de metal-óxido (MOV — metal-oxide varistors) —Consistem de uma nova série de supressores cerâmicos e possuem uma ruptura bidirecional, visivelmente não-linear (figura 5).

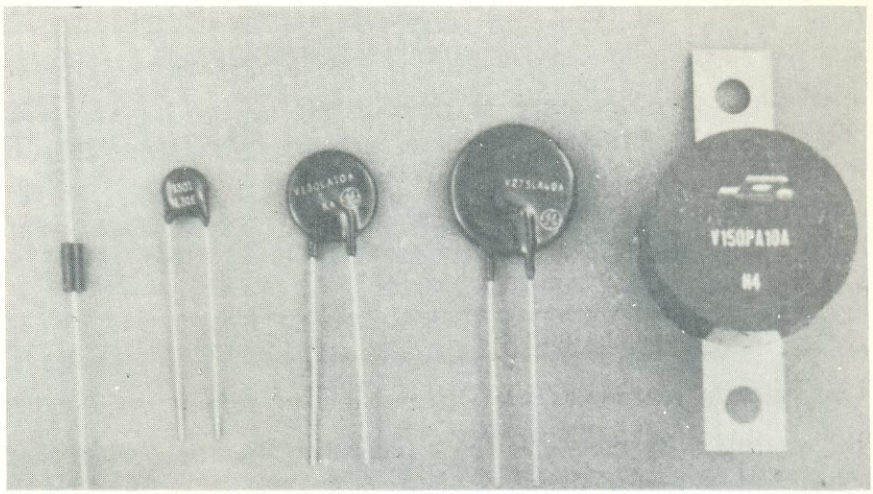



**FIGURA 5**

Suas características de ruptura são bem semelhantes às dos diodos de avalanche, por isso permitem uma eliminação efi-

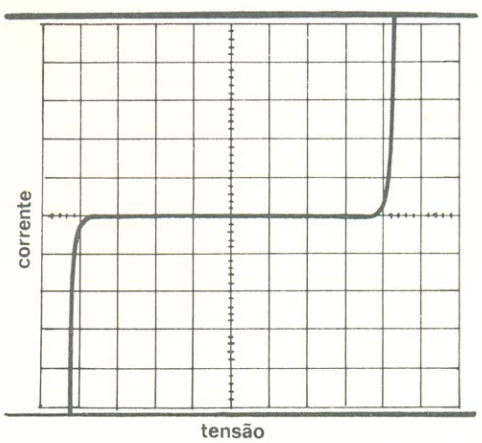


**FIGURA 6**

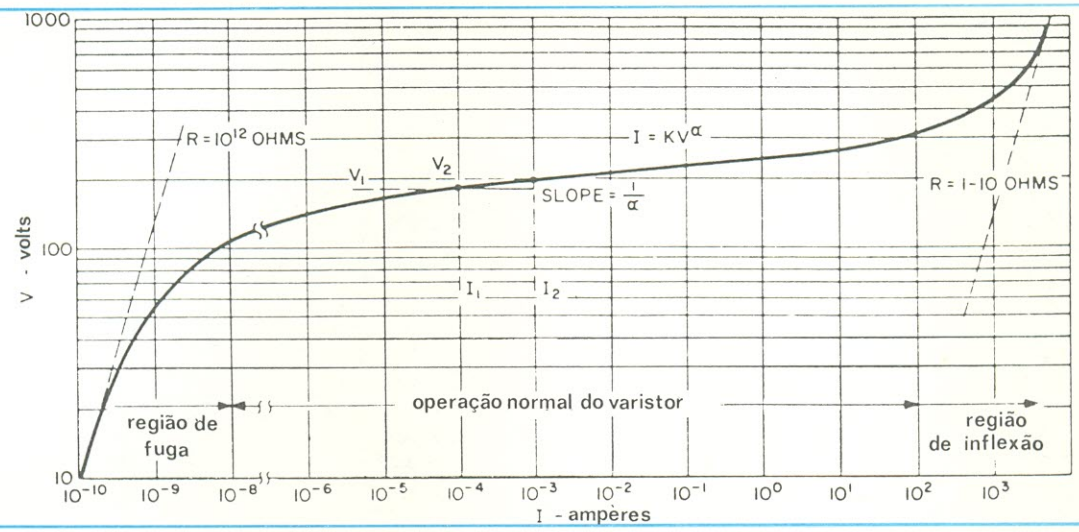



**FIGURA 7**

ciente e confiável, num encapsulamento reduzido.

De todos os dispositivos supressores, estes são os que apresentam as melhores características. Falaremos, portanto, um pouco mais sobre eles.

## VARÍSTORES

**Características elétricas**: A curva corrente × tensão de um MOV pode ser observada na figura 6, juntamente com seu símbolo. Na figura 7, temos uma curva idealizada e mais detalhada (note que a corrente agora está no eixo das abscissas). A curva foi traçada desta maneira para que tenhamos uma melhor visualização de suas três regiões principais, que são:

1) — Região de fuga — A um baixo nível de corrente, o varístor apresenta uma alta resistência, da ordem de $10^{12}$ ohms e, portanto, se comporta como um circuito aberto.

2) — Região normal do varístor — Nesta área, a curva segue a equação $I = KV^{\alpha}$, sendo K uma constante e $\alpha$, o expoente não-linear (este fator pode variar de 25 a 50).

3) — Região superior — Em altas correntes, o varístor torna-se quase um curto-circuito, e sua resistência é da ordem de 1 a 10 ohms.

## APLICAÇÕES DOS VARÍSTORES

— Proteção da fonte contra transientes da linha (figura 8): para efeitos experimentais, utilizou-se, neste caso, um gerador, representando o transiente.

Caso o transiente seja aplicado diretamente ao circuito, ele é reduzido de 5 kV para apenas 2,5 kV, mesmo após ter sido filtrado pelo circuito LC.

Instalando-se um MOV no circuito, por outro lado, limita-se o transiente a 400 V, valor bastante aceitável.

— Proteção contra transientes ao se chavear cargas indutivas (figura 9): no instante do corte do transistor, o indutor força sua corrente através do transistor, até dissipar toda sua energia. Como o transistor fica inversamente polarizado, essa injeção de corrente por parte do indutor é suficiente para provocar uma ruptura em sua junção.

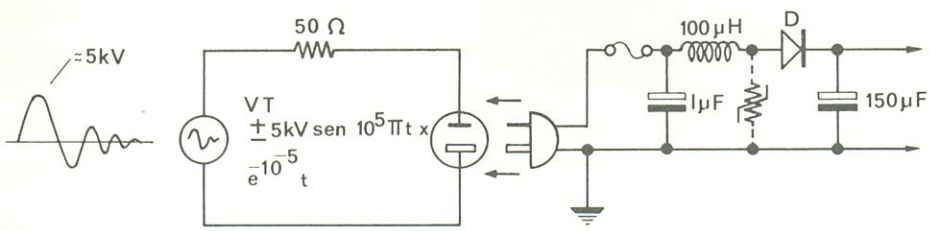



**FIGURA 8**

O supressor MOV pode ser instalado como na figura 9a ou na figura 9b. O primeiro circuito dissipa toda a energia, do indutor, por intermédio do varístor e o segundo, faz com que o transistor entre em condução novamente, para poder dissipar a energia armazenada. A escolha por um ou outro circuito é determinada pela confiabilidade e pela economia de cada método.

— Eliminação de ruídos e arcos nos contatos:

Cargas indutivas podem causar arcos nos contatos das chaves ou contactores que as controlam, provocando a deterioração dos mesmos e geração de ruídos na linha.

Com a colocação de um varístor, numa das posições indicadas pela figura 10, esses efeitos podem ser eliminados.

— Proteção de fontes chaveadas:

Aplicações súbitas da tensão de alimentação chegam a danificar um regulador chaveado, devido à alta corrente necessária para a carga do capacitor de filtro.

Um varístor é a resposta, para providenciar uma «pré-carga» do capacitor, até um valor seguro, sem afetar o funcionamento do circuito.

## CONCLUSÃO

Com o que foi exposto, pretendemos fazer uma ligeira apre-

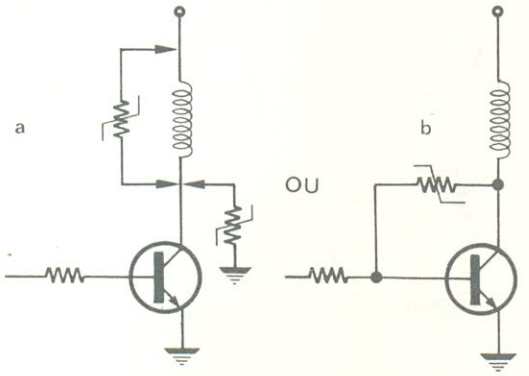



FIGURA 9

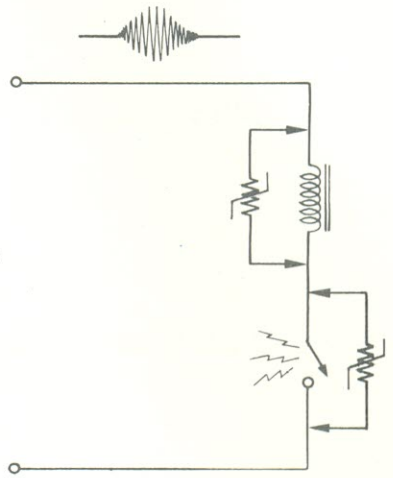


FIGURA 10

sentação das causas, efeitos e prevenção dos transientes de tensão. Sendo um efeito sempre presente em qualquer circuito, seria um engano considerá-lo «desprezível», já que nem sempre isto corresponde à realidade.

Mas, por outro lado, é claro que não devemos dramatizar, e começar a ver transientes de tensão em todas as bobinas que encontrarmos. O que devemos ter em mente é que este fenômeno pode sempre ocasionar problemas do tipo «eu não entendo».

Aproveitamos para fazer, também, uma pequena discussão sobre os métodos de supressão, principalmente a respeito dos varistores de metal-óxido, que, esperamos, vai ajudar os leitores que se depararem com um ou vários desses problemas.


*Agora no Rio de Janeiro*

O MAIS COMPLETO E VARIADO ESTOQUE
DE CIRCUITOS INTEGRADOS

C-MOS, TTL, Lineares, Transistores, Diodos, Tiristores e Instrumentos Eletrônicos

*COM OS MELHORES PREÇOS DA PRAÇA*

**Comércio de Equipamentos Eletrônicos Ltda.**
Av. Marechal Floriano, 38 — Sobreloja 204
CEP 20.000 — Fone: 243-0045

DELTRONIC

# FIBRAS ÓTICAS

# E SUA APLICAÇÃO ÀS COMUNICAÇÕES

B.M. KALE, J.E. MOORE, J.M. COSTA
TELEBRÁS - UNICAMP

## CONCLUSÃO

**A fabricação de fibras óticas**

A primeira etapa consiste na produção de uma forma primária, por deposição química de vapor (fig. 7). O processo pode ser resumido assim: o revestimento da forma primária é um tubo de quartzo, disponível no mercado. O núcleo da forma é originado a partir de camadas de vidro, depositadas no interior do tubo. Ao se controlar a composição de cada camada, pode-se escolher seu índice de refração; e, variando o índice de refração de cada camada, pode-se controlar o perfil do índice.

No sistema mais simples, as camadas de vidro formam-se no momento em que $SiO_4$ e $GeCl_4$, vaporizados, reagem com $O_2$, no interior do tubo, para dar origem a $SiO_2$ e $GeO_2$. O controle do índice de refração é levado a termo através da variação da concentração relativa de Si (silício) e Ge (germânio).

Após a deposição das camadas de vidro, o tubo é despejado em uma barra sólida; esta barra (de 100 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro) é então esticada até se tornar uma fibra de 1 km de comprimento e 0,2 mm de diâmetro. A fig. 8 mostra os equipamentos utilizados no puxamento das fibras.

A forma primária é aquecida a uma temperatura ligeiramente superior ao seu ponto de fusão, sendo então esticada, até se tornar uma fibra fina, que é enrolada em um tambor. Uma parte crítica do equipamento é representada pela fonte de calor; existem várias maneiras de se aquecer a forma primária, cada uma delas com suas vantagens e desvantagens. Nós, da UNICAMP, escolhemos o laser de $CO_2$ como fonte de calor, devido à pureza desta fonte e à facilidade de se controlar a temperatura.

Uma fibra de vidro, ao terminar seu esticamento, possui uma resistência à tensão igual à do aço. Contudo, esta resistência mecânica se deteriora rapidamente se a fibra não for protegida; para se preservar essa qualidade da fibra, é necessário aplicar um revestimento protetor à mesma, imediatamente após o seu esticamento.

**As fibras óticas no Brasil**

Em 1974, a TELEBRÁS iniciou o financiamento do primeiro trabalho brasileiro envolvendo comunicações óticas. O projeto de comunicações óticas inclui, atualmente, dois grupos principais: o grupo de lasers de semicondutor e o de fibras óticas. O programa continua em crescimento, mas já alcançou um

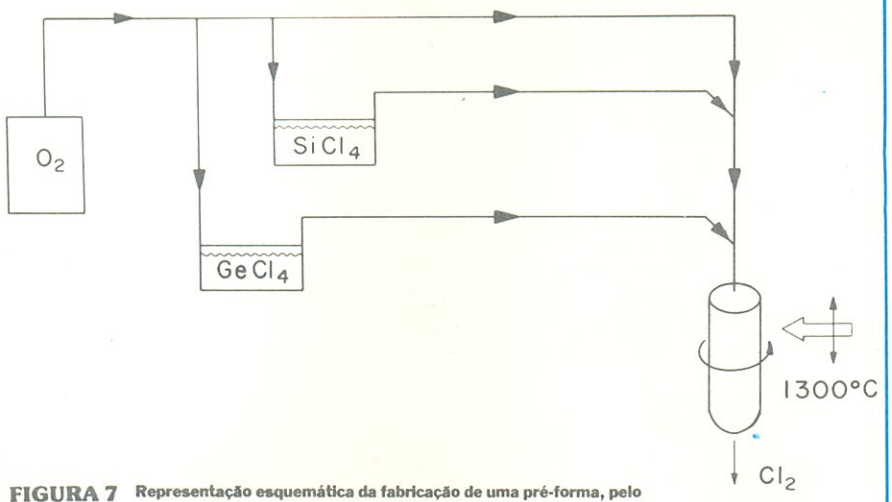
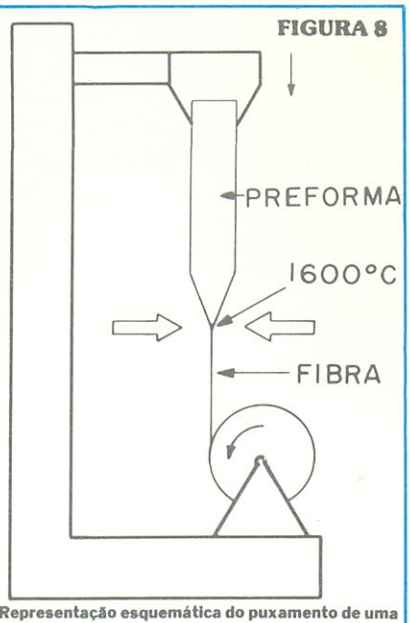



**FIGURA 7** Representação esquemática da fabricação de uma pré-forma, pelo processo de deposição de vapor químico

estágio bem avançado. De fato, a primeira fibra ótica fabricada no Brasil foi produzida, recentemente, em nosso laboratório na UNICAMP.

A organização do grupo aparece na fig. 9; a função do CVD e da seção de puxamento de fibras foi explicado nos parágrafos anteriores. Após o puxamento da fibra, é necessário caracterizá-la química e oticamente. A análise química é responsabilidade da seção B-5; nesta seção, a composição da fibra é determinada com uma microssonda de íons ou elétrons.

A seção B-6 encarrega-se da caracterização ótica das fibras; isto inclui medições do espalhamento, atenuação, dispersão e do perfil do índice de refração.




Representação esquemática do puxamento de uma pré-forma para a formação de uma fibra de vidro.

A seção de teoria é a responsável pela interpretação dos experimentos; fornece, ainda, sugestões para meios diferentes ou melhores de se efetuar os experimentos.

Por fim, a seção de Ótica Integrada está envolvida com os futuros desenvolvimentos das comunicações óticas; por exemplo, no futuro, será possível, muito provavelmente, incorporar vários tipos de dispositivos óticos no mesmo segmento de material (GaAs, por exemplo). Será viável, no mínimo, construir o laser de semicondutor, o guia de onda ótico, o modulador e o acoplador dentro de um único dispositivo. As vantagens de tal integração são óbvias: menores dimensões, maior estabilidade, maior confiabilidade e dispositivos mais complexos.

## Conclusão

É interessante considerar o que vão significar as fibras óticas, em termos práticos. O uso de freqüências óticas tornará possível o aumento, por um fator de 1000, de quantidade de informações que circulam nos lares comuns. Além das linhas de telefone, as pessoas terão acesso a serviços de computador e de consumo. Pode-se imaginar que o dinheiro, em forma de papel, vai ser quase que completamente substituído pela transferência eletrônica de fundos. A grande capacidade de transporte de informações das fibras óticas pode ser ilustrada por um simples exemplo: como o seu auxílio, a Bíblia pode ser transmitida em 0,3 segundo e a Enciclopédia Britânica, em sua totalidade, em apenas 3 segundos!

Quase todos os especialistas envolvidos no campo de comunicações óticas concordam que os sistemas óticos levam enorme vantagem sobre os demais. Uma prova desta afirmação é que em todos os grandes laboratórios industriais do mundo, potenciais fabricantes de sistemas de comunicação, o maior esforço é despendido em laser de GaAs — GaAl As e em fibras óticas.

A necessidade de comunicação ótica, com uma largura de banda bem superior ao de um sistema convencional e um custo potencial mais baixo, surge em face duma rápida expansão da necessidade de comunicação. Isto se deve, não só ao crescimento dos sistemas tradicionais de comunicação telefônica, como também à introdução de novos serviços, tais como transmissão de imagens de televisão e de dados, conseqüência do aumento cada vez maior de computadores eletrônicos e da conveniência de certas empresas (bancos, empresas aéreas, etc.) em possuir grandes computadores centralizados, e interligados com suas filiais.

Esta rápida expansão nos leva a prever, para um futuro não muito distante, uma saturação dos sistemas convencionais de comunicação (micro-ondas de grande capacidade, por exemplo).

Além de servir a sistemas de grande capacidade, os sistemas de comunicações óticas possuem características que os tornam alternativas bastante atraentes para alguns serviços já existentes; digamos, por exemplo, ligações entre centrais telefônicas dentro de um centro urbano, onde as distâncias entre as centrais são suficientemente pequenas (da ordem de 10 km); tais ligações poderiam ser feitas por meio de comunicação ótica sem repetidores, desde que as fibras óticas fossem de baixa perda.

O emprego das comunicações óticas visa a substituir a tecnologia existente por um sistema que, além de ser potencialmente mais barato, oferece a vantagem de se transmitir informações por cabos extremamente finos. Tal característica permite a ampliação do sistema evitando a saturação das tubulações subterrâneas já existentes, o que é uma grande vantagem.

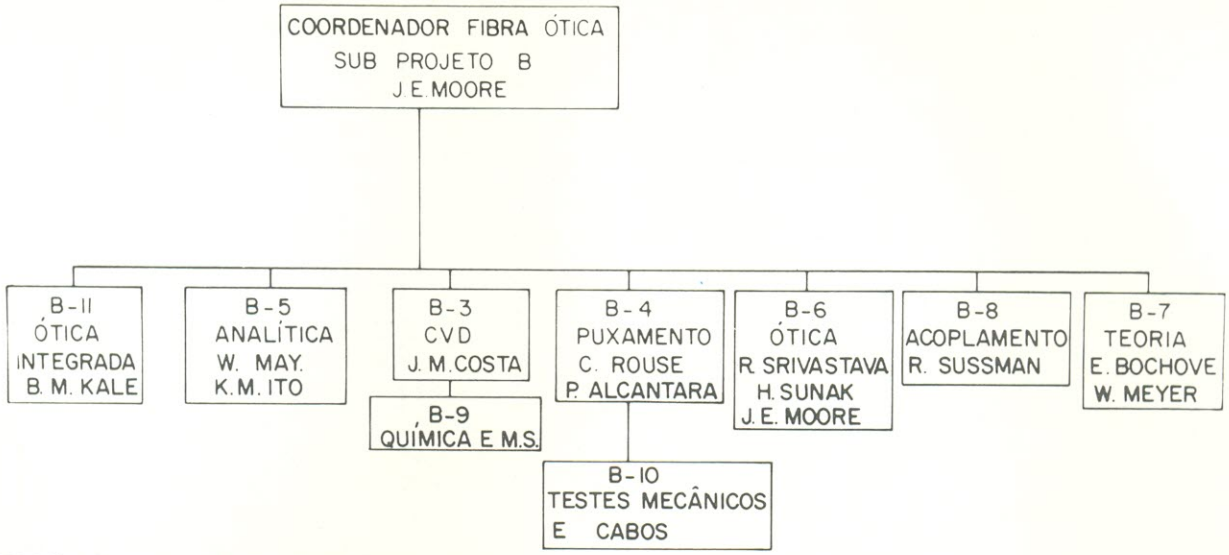



**FIGURA 9** Organização do Grupo de Fibras Óticas na UNICAMP

Outros exemplos seriam: comunicação por computador central com terminais; comunicações militares dentro de um avião ou navio, onde a limitação de peso, evitar o «cross-talk» e manter segredo são fatores importantes.

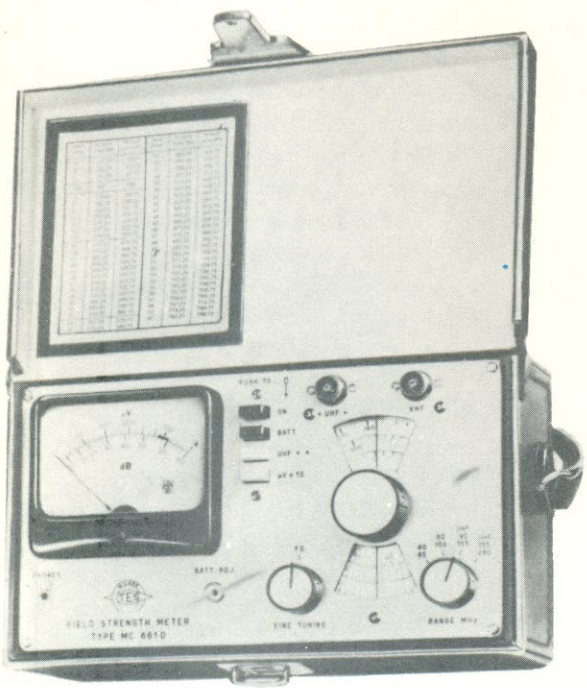
A principal vantagem para o Brasil é o fato de se poder desenvolver uma tecnologia moderna dentro de seu território. Nosso programa visa à fabricação nacional de fibras óticas, projetadas aqui, por pessoal brasileiro.

As fibras óticas fabricadas no Brasil podem ser sofisticadas o suficiente, tecnologicamente falando, para enfrentar a concorrência estrangeira no mercado interno e, eventualmente, no mercado externo.

A tendência do projeto de fibras óticas à auto-suficiência, quanto aos materiais utilizados, inevitavelmente fará com que vários setores da indústria nacional sejam ativados, tanto o de matéria-prima, como o de cabos.


# Instrumentos para medições elétricas ou eletrônicas

## MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO



*Instrumento indispensável para os instaladores de antenas de T.V. & F.M. Totalmente transistorizado. Alimentado por uma pilha de 4,5 V com autonomia de 100 h. Sintonia continua nas bandas de T.V. & F.M. e acima de tudo permite medir separadamente a amplitude das duas bandas de T.V., Video & Audio.*

*CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

*CAMPO DE FREQUÊNCIA VHF..... 41/65, 65/110 & 155/180 MHz — Três faixas*
*CAMPO DE FREQUÊNCIA UHF..... 470/840 MHz*
*SENSIBILIDADE DE 10 µF até 10.000 µF em duas faixas até 0,1 V com atenuador externo e até 1 V com dois atenuadores externos.*
*IMPEDÂNCIA ENTRADA 75 Ohms desbalanceado e 300 Ohms balanceado com balum externo.*
*PRECISÃO DE FREQUÊNCIA..... melhor que 2%*
*PRECISÃO DE SENSIBILIDADE..... + ou — 3 dB em VHF, e 6 dB em UHF*
*TOLERÂNCIA ATENUADOR EXTERNO..... 3 dB*
*FORNECIDO COM BOLSA DE COURO, FONES AURICULARES, BALUNS & ATENUADORES*

*TEMOS VAGAS PARA REPRESENTANTES EM ALGUMAS CAPITAIS*
*PREÇOS ESPECIAIS PARA REVENDEDORES*

ALP Comercial Importadora Alp Ltda.

Alameda Jaú, 1528 — 4.º andar — conj. 42 — fone: 881-0058 (direto) 852-5239 (recados) CEP 01420 — S. Paulo — SP

# OS CAPACITORES DE TÂNTALO

***Muitas das aplicações de filtragem em baixa freqüência, temporização, acoplamento, desacoplamento e «bypass», requerem grandes valores de capacitância.***

***Essa necessidade é satisfeita com o uso dos capacitores eletrolíticos, que possuem características únicas, no que se refere à capacitância e à tensão de isolação, em relação às suas dimensões.***

***A nova estrela dos capacitores eletrolíticos, surgida recentemente, é o capacitor de tântalo. Vejamos o porquê de seu sucesso.***

JULIANO BARSALI

**Os eletrolíticos em geral**

Um capacitor consiste, basicamente, de duas placas metálicas paralelas, separadas por um material dielétrico. O dielétrico se caracteriza pela sua habilidade em armazenar cargas elétricas e, nos capacitores eletrolíticos, esse material é constituído por uma fina camada de óxido, desenvolvida a partir do próprio material do anodo (terminal positivo do capacitor). Graças a essa característica, os capacitores eletrolíticos exibem grandes valores de capacitância, com tamanhos relativamente menores (pois a distância entre as placas é menor).

A figura 1 apresenta um diagrama simplificado de um capacitor desse tipo, mostrando, ao mesmo tempo, quais são os metais mais utilizados, atualmente, na sua confecção: alumínio e tântalo.

**Os capacitores de tântalo, em particular**

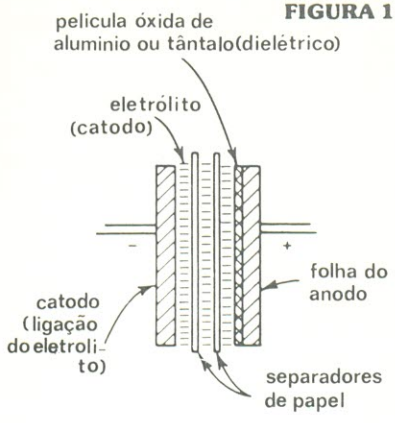
Bem, antes de mais nada, o que é o tântalo, e quais são as suas características? Ele é um metal, com certas qualidades que o distinguem de todos os outros metais. É bastante ductil (pode ser transformado facilmente em fios), enquanto apresenta uma grande dureza. Pode-se dizer, ainda, que é invulnerável à maioria dos ácidos, e que sua temperatura de fusão é bastante elevada. Por outro lado, é um material muito raro, encontrado, até agora, somente em alguns locais do Brasil e da África.

No campo da eletrônica, o tântalo encontrou aplicação na confecção de capacitores eletrolíticos de dimensões reduzidíssimas, em comparação com os tipos já existentes, feitos com alumínio.

Na figura 2, podemos fazer uma idéia das dimensões de um capacitor eletrolítico de tântalo, se comparado a um outro, de alumínio, com o mesmo valor de capacitância e isolação.

Além da vantagem do tama-

**FIGURA 1**



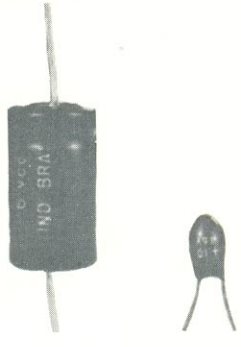



**FIGURA 2**

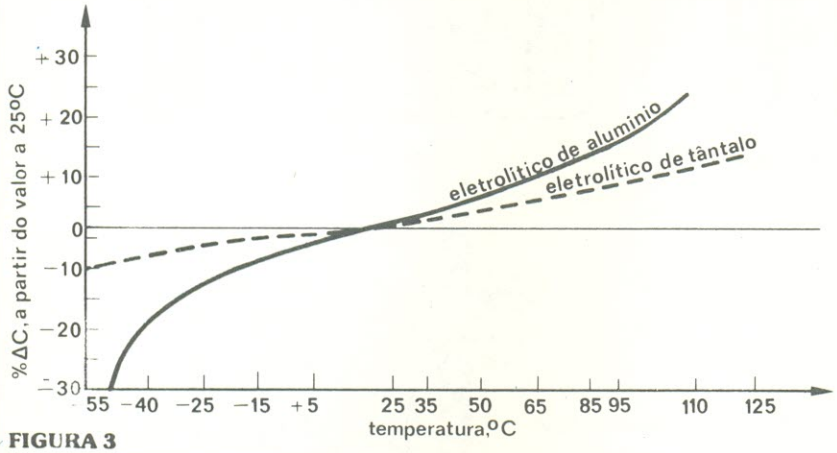



**FIGURA 3**

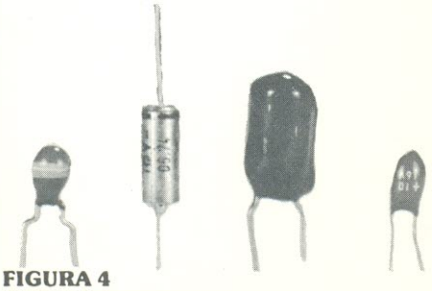


**FIGURA 4**

nho, os capacitores de tântalo são superiores aos seus «primos» de alumínio quanto à vida útil, tanto em estocagem, como em operação, e apresentam uma menor variação de capacitância, em relação à temperatura. Na figura 3, as curvas mostram este último ponto.

Os «tântalos» são apreciados, também, pela grande estabilidade química e resistência à corrosão, por parte da sua película interna de óxido, o que os torna mais confiáveis que os eletrolíticos convencionais.

Por outro lado, eles apresentam também algumas desvantagens: custo mais elevado, devido à raridade do material com que são confeccionados, faixa mais estreita de valores de capacitâncias e tensões, e corrente de fuga um pouco mais elevada.

**E, como são feitos, por fora e por dentro?**

Existem vários tipos de capacitores de tântalo, e eles variam quanto ao encapsulamento e quanto ao material utilizado em seu interior. Na figura 4, mostramos vários modelos, entre os muitos encontrados no comércio. Observe que são fabricados tanto para montagem em pé, como para a montagem «deitada», ou axial.

Os tântalos mais comuns, hoje em dia, são os chamados de **tântalo sólido**, fabricados em todos os encapsulamentos vistos na fig. 4. Na figura 5, podemos apreciar o tipo cilíndrico, em corte, com a indicação dos materiais empregados em sua confecção. O modelo para montagem em pé, mais comum no Brasil, possui uma constituição interna semelhante; externamente, são revestidos com uma resina epoxy, ao invés de metal.

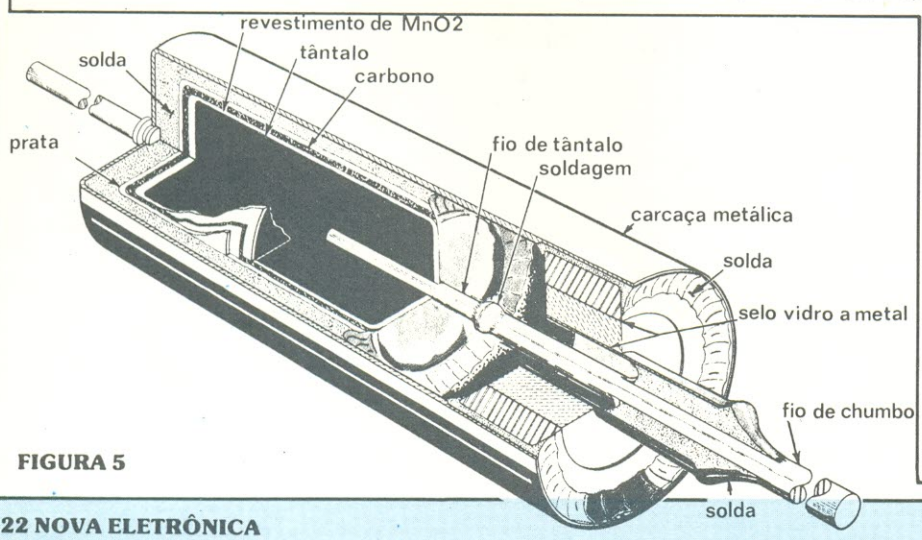



**FIGURA 5**

As dimensões desses capacitores, a exemplo dos demais, variam de acordo com o valor da capacitância e da tensão de isolação.

**As codificações dos capacitores de tântalo**

O capacitor de tântalo, como tantos outros componentes eletrônicos, tem seus valores impressos sobre o próprio corpo. E, como em tantos outros componentes, a maneira de imprimí-los varia de fabricante para fabricante. Uns, preferem estampar diretamente os valores de capacitância e tensão sobre o capacitor (figura 6); outros, resolveram fazer coisa semelhante, porém com uma certa codificação de números e letras, que varia de acordo com o fabricante. E, finalmente, existe o já consagrado código de cores, que pode ser interpretado do mesmo modo que é feito em resistores e outros tipos de capacitores; mas, isto requer um pouco de prática, devido à posição das faixas coloridas e sua quantidade, que também podem variar conforme o fabricante.

A partir de agora, vamos dissecar os códigos de cores utilizados para os tântalos, fornecendo todas as «dicas» para interpretá-los.

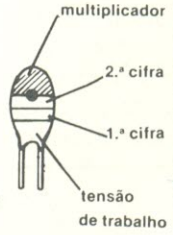
Em princípio, existem três tipos básicos de codificação, variando com o número de faixas coloridas e com a maneira de lê-las. Nas tabelas I, II e III, temos os três tipos de codificação, especificando o valor de cada faixa colorida, de acordo com sua posição no corpo do capacitor; cada tabela vem acompanhada de um modelo de tântalo, com a localização de cada uma das faixas.

**TABELA I — Capacitores com três faixas coloridas e ponto central**

| 1.ª cor<br>Tensão de trabalho | 2.ª cor<br>1.ª cifra de capacidade | | 3.ª cor<br>Multiplicador |
|---|---|---|---|
| branca — 3 V | preta | — | × 1 |
| amarela — 6 V | marrom | 1 | × 10 |
| preta — 10 V | vermelha | 2 | × 100 |
| verde — 15 V | laranja | 3 | |
| azul — 20 V | amarela | 4 | |
| cinza — 25 V | verde | 5 | |
| vermelha — 35 V | azul | 6 | |
| | violeta | 7 | |
| | cinza | 8 | × 0,01 |
| | branco | 9 | × 0,1 |

**TABELA II — Capacitores com quatro faixas coloridas e ponto central**

| 1.ª cor<br>Tensão de trabalho | 2.ª cor<br>1.ª cifra de capacitância | | 3.ª cor<br>2.ª cifra de capacitância | 4.ª cor<br>Multiplicador |
|---|---|---|---|---|
| branca — 3 V | preta | — | — | × 1 |
| amarela — 6 V | marrom | 1 | 1 | × 10 |
| preta — 10 V | vermelha | 2 | 2 | × 100 |
| verde — 15 V | laranja | 3 | 3 | |
| azul — 20 V | amarela | 4 | 4 | |
| cinza — 25 V | verde | 5 | 5 | |
| vermelha — 35 V | azul | 6 | 6 | |
| | violeta | 7 | 7 | |
| | cinza | 8 | 8 | × 0,01 |
| | branca | 9 | 9 | × 0,1 |




*(Nas Tabelas I e II, o valor deve ser lido em microFarads.)*

**TABELA III — Capacitores com ponto lateral**

| Tensão de trabalho (volts) | Cor | 1.ª cifra de capacitância | 2.ª cifra de capacitância | Multiplicador |
|---|---|---|---|---|
| 3 — 4 | branca | 0 | 0 | nenhum |
| 3 — 6 | marrom | 1 | 1 | × 10 |
| 3 — 10 | vermelha | 2 | 2 | × $10^2$ |
| 3 — 15 | laranja | 3 | 3 | × $10^3$ |
| 3 — 20 | amarela | 4 | 4 | × $10^4$ |
| 3 — 25 | verde | 5 | 5 | × $10^5$ |
| 3 — 35 | azul | 6 | 6 | × $10^6$ |
| 3 — 50 | violeta | 7 | 7 | × $10^7$ |
| | cinza | 8 | 8 | |
| 3 | branca | 9 | 9 | |

*(Na Tabela III, o valor deve ser lido em picoFarads.)*

**FIGURA 6**

Existem alguns detalhes nessas codificações, que poderiam confundir um pouco, se não fossem explicados. Um deles, por exemplo, seria a presença de apenas duas faixas, ao invés de três, em um capacitor da tabela I. Consideremos, digamos, um capacitor de 10 microfarads — 3 volts; de acordo com a tabela I, a primeira faixa, a branca, designaria os 3 V de tensão de trabalho; a segunda faixa, equivalente ao algarismo 1, seria de cor marrom; e a terceira, o multiplicador por 10, também seria marrom. Assim, a segunda e a terceira faixas ficariam «fundidas» em uma só, formando uma única faixa colorida.

Como segundo exemplo, podemos considerar um capacitor de 6 microfarads — 20 volts; neste caso, a primeira faixa, a de tensão, seria azul; logo em seguida, viria a segunda faixa, correspondente à primeira cifra de capacidade, que ficaria sendo azul, também; a terceira faixa seria preta, indicando multiplicador 1. Assim, as duas primeiras faixas seriam uma só, neste exemplo.

Existe, ainda, um outro fator, que pode dar origem a confusões: é que alguns fabricantes, no caso das tabelas I e II, costumam não colocar a faixa multiplicadora, quanto esta é de cor preta, ou seja, quando não tem valor algum. Por exemplo, um capacitor de 15 microfarads — 6 volts, pode se apresentar sob qualquer uma das duas formas abaixo:

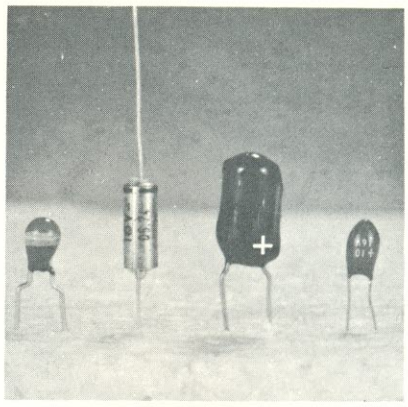


**FIGURA 7**

| | |
|---|---|
| 1.ª cor — amarela | 1.ª cor — amarela |
| 2.ª cor — marrom | 2.ª cor — marrom |
| 3.ª cor — verde OU | 3.ª cor — verde |
| 4.ª cor — preta | |

Como no segundo caso a cor preta não foi incluída, e sabe-se que o multiplicador de cor verde não existe, conclui-se que o capacitor tem realmente o valor de 15 uF — 6 V.

Um último ponto a considerar, nos capacitores de tântalo, é a indicação de sua polaridade. Como sempre, cada fabricante emprega um método próprio. Na figura 7, temos os métodos utilizados por vários deles: no capacitor cilíndrico, o terminal positivo é indicado por uma faixa, a exemplo dos capacitores eletrolíticos; em capacitores para montagem em pé, com os valores impressos no corpo, vem, geralmente, o sinal " + ", estampado próximo ao terminal positivo; nos que empregam código de cores, o terminal positivo é identificado tanto por um ponto central ou lateral, colorido, pintado no corpo dos mesmos.

GER-SOM
O SOM COM MAIS STATUS
A GER-SOM
única casa especializada em todo o Brasil em alto-falantes de todas as marcas,
coloca sempre a sua disposição a melhor e mais completa linha de woofers, mid-ranges, full-ranges e tweeters de todas as potências assim como divisores de freqüência.
Agora você pode adquirir nela, o novo e sensacional INTEGRADOR GH31, aparelho que além de melhorar substancialmente o som do seu carro, permite que você o controle automaticamente.

Solicite nossos folhetos. Estamos ao seu dispor para atendê-lo diretamente ou através de reembolso postal ou Varig.
R. Sta. Ifigênia, 622 - CEP 01207 - Tels.: 220-8490/2562 S. Paulo

# Como são feitas as FITAS MAGNÉTICAS

***Os méritos pelos elevados padrões atuais da gravação em fita deve ser dividido pelos fabricantes de equipamentos de gravação e também pelos produtores de fitas magnéticas, pois, se por um lado, os primeiros têm contribuído com grandes melhorias nas cabeças de gravação, na parte eletrônica e no transporte de fita dos equipamentos, por outro lado, a tecnologia avançada desenvolvida pelos fabricantes de fitas permitiu a produção de fitas de alta energia, com uma confecção precisa.***

***A fim de ajudar o leitor a entender o papel dos fabricantes de fitas magnéticas, este artigo oferece descrições relativamente simples da maioria dos processos usados para fazer fitas de qualidade, projetadas com o objetivo de satisfazer à grande variedade de exigências dos consumidores e dos equipamentos.***

JOSEPH KEMPLER

**1.ª PARTE**

E, como as fitas magnéticas, hoje em dia, são produzidas para um grande número de fins específicos, esta discussão ficará confinada à fabricação de fitas de áudio para o consumidor, em geral.

A fita magnética é resultado de um processo contínuo de fabricação, no qual alguns poucos ingredientes básicos são transformados numa fita de gravação, com propriedades de desempenho precisamente definidas. Entretanto, cada passo no processo encadeado é importante, e depende do passo precedente. Nada deve sair errado, em ponto algum do processo, ou todo o lote de fita pode resultar fora de especificação, e com poucas possibilidades de correção. O que sifnifica que deve ser mantido um rígido controle durante a operação, pois qualquer teste feito com o produto final é, na melhor das hipóteses, apenas uma confirmação do sucesso da operação.

## MATÉRIAS-PRIMAS

Quatro materiais básicos são usados na produção de uma fita: óxidos magnéticos, componentes adesivos, solventes e película de base.

**Óxido magnético** — O material magnético mais comum e ainda o mais popular, usado na confecção de fitas, é o óxido de ferro, empregado em todas as fitas de carretel, nos cartuchos de 8 pistas e na maioria dos cassetes. Apesar do dióxido de cromo ter gozado de uma preferência momentânea entre os fabricantes de cassetes, parece que sua popularidade está estabilizada, agora. Uma das razões para isso é o fato de que novos tipos de óxido de ferro, assim como novos métodos de processamento, tornaram possível a confecção de cassetes com óxido de ferro,

com uma qualidade praticamente idêntica a dos cassetes à base de dióxido de cromo, e além de serem mais baratos, apresentam ainda outras características desejáveis. Não resta dúvida, porém, que o dióxido de cromo foi realmente de grande utilidade para que o desenvolvimento da arte da gravação em cassetes chegasse até os elevados padrões atuais.

Este artigo se concentrará, portanto, na fabricação de fitas de óxido de ferro, com revestimento simples.

Quando chegam à fábrica, os óxidos magnéticos passam por um teste completo. Utilizando microscópios eletrônicos, inspetores de controle de qualidade verificam o tamanho e a distribuição das partículas. Estas medem de 5 a 25 milionésimos de polegada de comprimento, exibindo o formato de uma agulha, pois o comprimento de cada uma delas é, mais ou menos, 5 a 20 vezes maior que o seu diâmetro.

O tamanho das partículas deve ser verificado porque partículas de diferentes tamanhos são usadas para diferentes produtos; quanto menor for a partícula, mais baixa será a polarização, uma situação que pode provocar chiados audíveis na fita.

Os inspetores verificam também a «limpeza» das partículas; as partículas «sujas» exibem ramificações em forma de braços, além de pequenas cavidades, o que pode resultar em fitas de baixa qualidade. Todo material que não passa pelos padrões de inspeção é devolvido ao fabricante.

O óxido de ferro é examinado, também, no que diz respeito às suas propriedades magnéticas. Provavelmente, o parâmetro mais importante, sujeito a variações intencionalmente grandes, é a força coercitiva, ou seja, a força magnetizante necessária para reduzir o magnetismo residual a zero. Um óxido com uma alta força coercitiva vai requerer uma polarização e níveis de gravação mais elevados que um material com uma força coercitiva mais baixa. Adicionalmente, vai exigir também uma corrente de apagamento maior, para a mesma quantidade de material a ser apagado.

Por outro lado, a menor eficiência de gravação desse material é compensada por sua maior resistência à desmagnetização, o que ajuda a reforçar as altas freqüências com tendência à desmagnetização. Como resultado disso, as fitas de alta coercitividade têm propriedades melhores, no que se refere à sensibilidade em altas freqüências e à sobrecarga, do que as fitas de baixa coercitividade.

A força coercitiva, assim como outras propriedades magnéticas (magnetização remanescente e magnetização de saturação, por exemplo), são medidas com o auxílio de diversos instrumentos específicos, tais como o magnetômetro de amostras vibrantes e os traçadores de laço de histerese.

Enquanto estão ainda sob a forma de pó, os materiais magnéticos passam por uma grande variedade de testes químicos, e físicos, para que se possa determinar a facilidade de dispersão, acidez, nível de impureza e outras variáveis semelhantes, que afetam os processos de fabricação subseqüentes, além da qualidade final da fita.

**Adesivo** — O adesivo consiste de uma ou mais resinas plásticas, que determinam as propriedades físicas do revestimento da fita e, até certo ponto, suas propriedades de gravação. A função do adesivo é a de reunir todas as partículas de óxido numa camada forte e flexível, e a de promover um vínculo permanente entre a película de base e o revestimento.

Dependendo da aplicação, alguns aditivos podem ser adicionados ao adesivo, para modificar certas propriedades: plastificadores, para tornar o revestimento mais flexível, lubrificantes, para reduzir o atrito e o desgaste, agentes condutores para reduzir as cargas estáticas. Podem ser acrescentados, também, agentes umedecedores, estabilizantes e fungicidas.

A qualidade dos aditivos e das resinas adesivas é inspecionada com a ajuda de espectômetros de infravermelho, que analisam com precisão cada um dos ingredientes, quanto à sua composição e isenção de impurezas.

**Solventes** — O objetivo dos solventes é o de dissolver completamente as resinas adesivas, produzindo uma dispersão líquida, adequada para o revestimento da película base, de poliester. O solvente serve como um veículo temporário, que torna possível a dispersão e o revestimento. E, após ter servido a esse objetivo, o solvente é completamente removido do revestimento, por meio de evaporação.

A inspeção dos solventes inclui verificações quanto a substâncias contaminadoras, ponto de ebulição e solubilidades; neste caso, são utilizados cromatógrafos a gás e aparatos similares.

**Base** — A base mais empregada para fitas magnéticas, hoje em dia, é a película de poliester. Isto se dá, principalmente por causa de sua grande resistência, dimensões estáveis (mesmo quanto exposta a condições climáticas extremas), e sua notável imunidade a certos produtos químicos, que destróem outros plásticos.

A película de poliester é encontrada em diversas espessuras, cada uma delas projetada para um tipo específico de fita. Podemos citar, como exemplo, o poliester de 1 e 1,5 milímetro de espessura, usado exclusivamente em fitas de carretel. A nova espessura padrão para cartuchos de 8 pistas é de 0,75 mm. E, para as fitas cassete, as espessuras são de 0,5, 0,3 e 0,25 mm, para as de 60, 90 e 120 minutos, respectivamente.

Em vista da reduzidíssima espessura das películas usadas

em cassetes, o poliester empregado nesta aplicação é tensificado (do inglês, tensilized) — um processo de pré-esticamento, aplicado pelos fabricantes de películas, e que aumenta a resistência do material à tensão em quase duas vezes.

A película de base passa por um grande número de testes de qualidade, antes que os fabricantes comecem a utilizá-la. A fita é testada em sua resistência, espessura, suavidade, limpeza, isenção de rugas e tensões físicas.

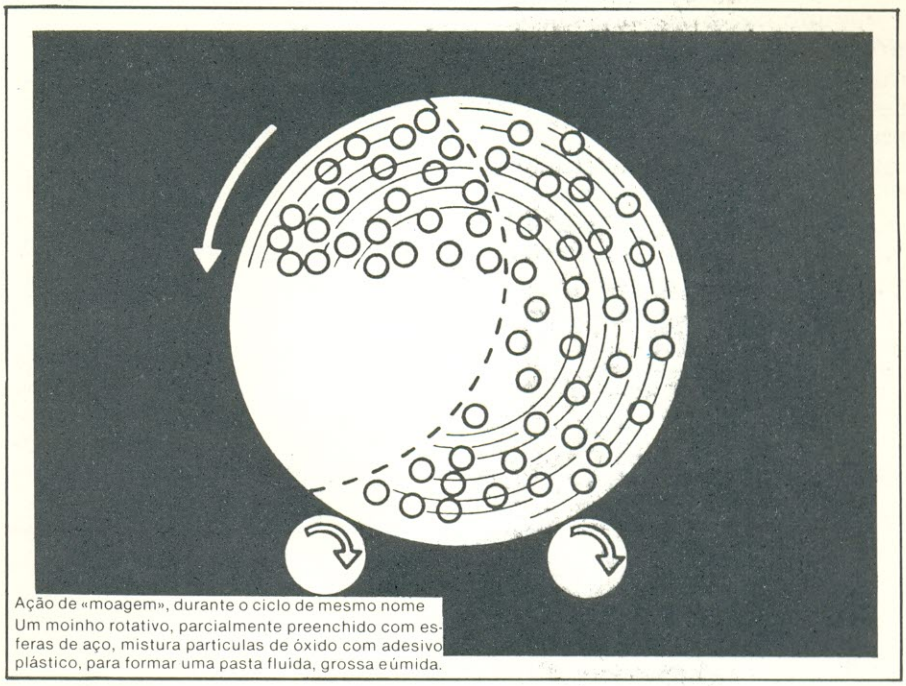
## PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

Uma vez terminados todos os testes de qualidade e inspeção, as matérias-primas são liberadas para produção.

**«Moagem»** — O primeiro passo no processo de fabricação de fitas magnéticas é a mistura de todos os ingredientes. Isto é feito em um moinho de esferas, um grande tambor rotativo, parcialmente preenchido com bolas de aço. Quando o tambor é posto em movimento, as bolas cascateiam pela mistura, chamada de pasta fluída, e criam o tipo de agitação e ação misturadora necessária para produzir a dispersão desejada.

O propósito final da «moagem» é a de produzir uma dispersão, em que cada partícula de óxido é separada das demais, e é recoberta por uma fina camada de adesivo. A despeito da natureza industrial dessa operação, o processo é, na verdade, preciso e delicado. Uma «moagem» insuficiente, por exemplo, resulta numa dispersão incompleta, onde grandes grupos de partículas ficam reunidos, causando, assim, interações magnéticas indesejáveis. Tais interações vão se manifestar através de um maior nível de chiado, saída mais baixa, variações na uniformidade e até mesmo pontos fracos no revestimento, que podem ocasionar dispersões, e desgaste.

Uma «moagem» excessiva pode ser igualmente prejudicial, manifestando-se através de uma perda de resposta em alta freqüência, aumento na transferência de sinal de camada para camada e, dependendo da formulação, pode causar um enfraquecimento em todo o revestimento da fita.



Ação de «moagem», durante o ciclo de mesmo nome
Um moinho rotativo, parcialmente preenchido com esferas de aço, mistura particulas de óxido com adesivo plástico, para formar uma pasta fluida, grossa e úmida.

As fitas magnéticas foram bastante aperfeiçoadas, nos últimos anos, pelo progresso da tecnologia da «moagem». Os atuais métodos de dispersão reduziram de muito as perdas de interação, além de terem permitido uma substancial melhora na densidade do revestimento, sem alterar suas propriedades físicas ou elétricas.

**Revestimento** — Uma vez atingido seu nível ótimo de dispersão, a pasta fluída é trazida para a máquina revestidora, para ser aplicada à película de base.

A máquina revestidora é um equipamento imponente, muito parecida com uma impressora. Na parte frontal da máquina, grandes rolos de poliester — de 10.000 pés (3.300 metros), ou mais, de comprimento, e 60 polegadas (1,5 m) de largura — são colocados em posição. A película é então inserida por um sem número de rolos, guias e elevadores, que a transportam através da máquina, a alta velocidade e baixa tensão mecânica.

No interior da máquina, vários processos diferentes desenvolvem-se ao mesmo tempo. A película é coberta, de um lado, com uma ou mais camadas de revestimento magnético, e, para certos tipos de fitas, uma camada de um revestimento especial pode ser acrescentada no verso.

A película sofre, ainda, uma operação para eliminar cargas estáticas, e uma outra, de limpeza, além de ter suas rugas prensadas e de passar por um processo de estabilização. As partículas são então orientadas, o solvente é removido e a fita passa por uma secagem. Depois, é polida, densificada e enrolada suavemente na outra extremidade da máquina revestidora. E esta surpreendente série de operações é feita dentro de um processo contínuo, cujo ritmo não é reduzido, nem ao menos quando da troca dos rolos de poliester.

Como em todos os demais estágios de fabricação da fita, a precisão durante a operação determina a sensibilidade e a compressão da fita em freqüências baixas e médias, assim como sua distorção harmônica e os níveis ótimos de polarização e gravação. Deste modo, a espessura do revestimento deve

ser uniforme e calculada com precisão, dentro de uma margem de erro mínima.

A espessura padrão do revestimento, para fitas de carretel, é de mais ou menos 400 milionésimos de polegada. Para as fitas cassete, a espessura varia de um máximo de 250 milionésimos de polegada, aproximadamente, para fitas de 60 minutos, até menos de 140 milionésimos de polegada, para os cassetes de 120 minutos.

A espessura do revestimento deve se manter constante e uniforme, de uma ponta a outra do rolo, e por toda a sua largura; para um perfeito controle de qualidade, é necessário controlar continuamente a espessura, durante o processo de revestimento. Tal operação deve ser efetuada sem nenhum contato físico, com o revestimento ainda molhado, para que a superfície da fita não seja danificada. Isto é levado a termo pela medida da absorção de energia radioativa ou raiox X, por parte do revestimento, e em seguida, convertendo os dados sobre absorção em grandezas de espessura ou massa.

No caso das fitas cassete, a margem de erro permitida é também muito pequena. Para uma espessura nominal de 200 milionésimos de polegada, uma tolerância realista de ± 5% requer um controle de espessura de ± 10 milionésimos de polegada. Para se ter uma idéia do que esse valor representa, a folha de celofane utilizada normalmente para embalar o cassete, é cem vezes mais espessa que a margem de erro permitida no revestimento da fita.

Como já foi mencionado, algumas fitas são enriquecidas com um revestimento não-magnético, aplicado no verso da película de base, durante o processo de revestimento. As fitas lubrificadas usadas em cartuchos de 8 pistas, por exemplo, possuem uma camada de aproximadamente 50 milionésimos de polegada de espessura, formada por um lubrificante seco e bastante escorregadio, em seu verso, que permite que a fita seja utilizada num anel fechado.

Um outro revestimento especial que pode ser aplicado no verso da fita é uma camada de carbono texturizada e é empregada em alguns cassetes e carretéis.

O revestimento do verso da fita traz algumas contribuições valiosas. Nos cassetes, ele reduz a incidência de interferências e outras falhas. Além disso, ajuda a eliminar o efeito resultante da variação de velocidade da fita, freqüentemente causado por escorregamento de fitas não revestidas, no percurso entre o rolete de arrasto e o rolete de pressão, em alguns gravadores cassete.

Em fitas de carretel, o revestimento traseiro propicia um enrolamento mais suave, mesmo a altas velocidades, e elimina danos decorrentes de um enrolamento muito apertado ou «espalhado» e de armazenamento em condições impróprias.

Uma outra operação que tem lugar durante o revestimento é a orientação, um processo criado para organizar todas as partículas de óxido em paralelo ao comprimento da fita. Esta é a orientação desejada, porque corresponde à mesma orientação do componente longitudinal do campo magnético de gravação, em torno da cabeça de gravação, intensificando assim todas as propriedades de gravação, na direção normal do movimento da fita.

Na pasta fluída, as partículas, em forma de agulha, são distribuídas ao acaso, e apontam em todas as direções. Se essas partículas fossem deixadas nesse estado, as condições de desempenho da fita desceriam a níveis indesejáveis: a saída iria cair; o ruído, especialmente o ruído CC, aumentaria drasticamente; as condições de polarização seriam alteradas e a desmagnetização de alta freqüência seria também afetada.

Devido ao formato das partículas, seus polos norte e sul podem ser claramente definidos, o que torna a operação de orientá-las para uma única direção relativamente fácil, durante o processo de revestimento, fazendo-se passar a pasta fluída através de um campo magnético.

Imediatamente após a orientação, a fita revestida passa por túneis de secagem, onde o ar quente evapora o solvente do revestimento. Esses túneis são divididos em seções, e em cada uma delas pode-se controlar a secagem, ajustando-se a temperatura, velocidade e volume de ar. Um ritmo de secagem rápido ou quente demais pode fazer com que parte dos solventes evaporem muito rapidamente, produzindo pequenos furos ou crateras no revestimento, o que, por sua vez, dará origem a ruídos durante a reprodução do material gravado sobre a fita.

Por outro lado, se o ritmo de secagem for muito lento ou incompleto, a fita corre o risco de ficar pegajosa e grudar-se a si mesma; ou, pior ainda, pode chegar a depositar resíduos sobre as cabeças de gravação, e ocasionar severas perdas de nível de saída.

**Polimento da superfície** — Antes que a fita deixe o revestidor, é prensada entre dois ou mais rolos espelhados, sob pressão e alta temperatura. Este processo utiliza o acabamento supersuave da calandra, para produzir na fita uma superfície quase vitrificada, com uma espessura de apenas alguns milionésimos de polegada.

Nem todas as fitas de áudio requerem o mesmo grau de polimento. O mais fino é geralmente reservado para fitas cassete de boa qualidade, a fim de se obter uma melhor saída a altas freqüências, uma vez que para se conseguir isto, a fita deve manter um contato íntimo com as cabeças de gravação e reprodu-

ção. Mesmo o menor espaçamento entre as cabeças e a fita pode introduzir graves perdas; por exemplo, um sinal de 10 kHz, gravado num cassete, a 1.7/8 polegada por segundo, sofrerá uma perda de gravação e reprodução combinada, de 6 dB, aproximadamente, caso haja um espaço de apenas 10 milionésimos de polegada entre a fita e a cabeça.

Essa separação pode muito bem ser resultante de uma fita com uma superfície sem polimento, já que qualquer aspereza, mesmo submicroscópica, faz com que somente os pontos mais altos do revestimento entrem em contato com as cabeças. O que ilustra, também, a necessidade de limpeza e manutenção constante das cabeças dos gravadores.

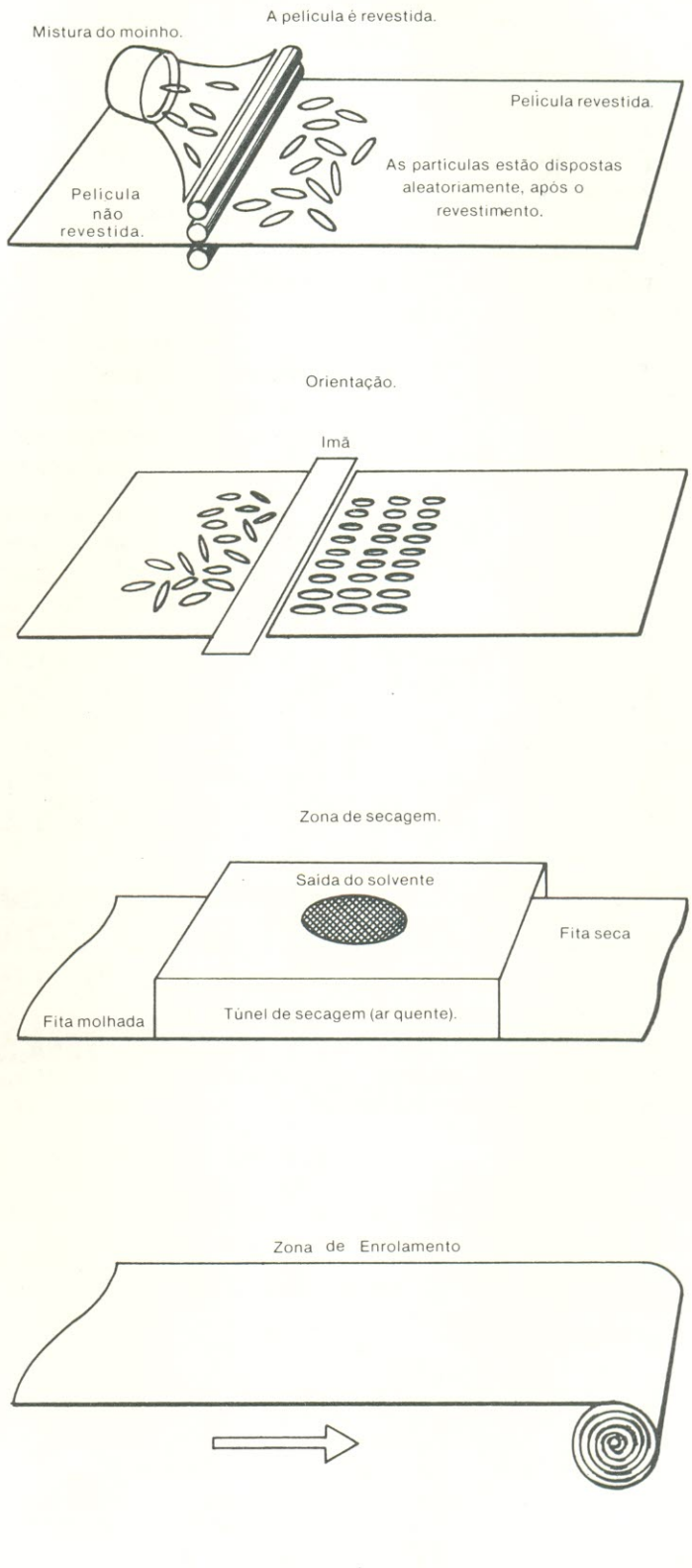
**Corte** — Uma vez completadas todas as operações efetuadas nas máquinas revestidoras, a fita é enrolada em grandes bobinas. Essas grandes bobinas são transportadas para uma outra seção da fábrica, onde são cortadas em centenas de rolos, em uma única operação, com o auxílio de lâminas rotativas. O corte é feito a velocidades muito altas, mas sob um controle rígido, para que a película seja cortada em linhas absolutamente retas.

As fitas de gravação, para uso do consumidor, são cortadas em duas larguras: as fitas para carretel ou cartucho de 8 pistas são cortadas com uma largura de 0,246 polegadas ± 2 mils (mil = milésimo de polegada), enquanto a fita cassete é cortada com 0,149 ± 1 mil de largura.

O bom funcionamento de um gravador depende muito da precisão do corte. É claro que uma fita demasiadamente larga irá raspar os guias e poderá ser danificada nas bordas, se forçada a movimentar-se sob tais condições. Ademais, poderão ocorrer perdas na saída, nas pistas das bordas. Uma fita muito estreita corre o perigo de sair de sua trilha, causar variações nas saídas dos canais extremos e, em alguns casos, ocasionar «crosstalk».

Mesmo que a fita seja cortada em sua largura correta, mas não for conduzida em linha reta pelas facas de corte, ela ficará enviezada ou ondulada. Uma ondulação deste tipo produzirá

OPERAÇÃO DE REVESTIMENTO



grandes variações nos sinais de alta freqüência, pois a fita estará sempre se movimentando, em relação à cabeça, a um ângulo constantemente variável com o entreferro, fazendo o azimute variar correspondentemente.

Depois que a fita é cortada, os rolos individuais são limpos de ambos os lados, geralmente, para providenciar a remoção de quaisquer resíduos produzidos pelo corte. Deve ser mencionado, entretanto, que é normal observar-se um depósito de óxido, em pequenas quantidades, sobre as cabeças ou o rolete de pressão, pois, a despeito da precisão do corte, as bordas da fita não poderiam nunca ficar tão suaves e isentas de resíduos como a superfície. Além do que, como as bordas raspam freqüentemente os guias, cabeças e o carretel (ou caixa do cassete), verifica-se um ligeiro polimento das bordas, provocando um novo acúmulo de detritos, que fica depositado nas cabeças ou roletes de pressão. Esta é uma das muitas razões pelas quais a limpeza e a manutenção do gravador se fazem necessárias, para um bom funcionamento de todo o conjunto.

No outro extremo da máquina de corte, a fita, cortada e limpa, é enrolada em vários carretéis. A maioria das fitas para carretel, de 7½ polegadas, para gravações caseiras, é enrolada em carretéis plásticos. As fitas de 10½ polegadas, entretanto, são geralmente enroladas em cubos tipo NAB, de plástico ou alumínio, e suas laterais são acrescentadas posteriormente.

As fitas lubrificadas para cartuchos de 8 pistas são enroladas em grandes bobinas, com 14 polegadas de diâmetro, com uma capacidade de 8400 pés (2500 metros, aproximadamente), ou mais. Essas bobinas, sem laterais, são em seguida transferidas para o departamento de montagem do cartucho, onde são montadas em estojos plásticos de 8 pistas. Essas mesmas bobinas podem ser enviadas a firmas gravadoras, que registram músicas sobre a fita, para depois inseri-las em cartuchos e vendê-las como fitas já gravadas.

As fitas para cassete devem sofrer uma certa preparação, antes de serem encapsuladas em seus cassetes, para providenciar a colocação da margem inicial da fita, feita em um material plástico, não-magnético. Para inserir as margens, os grandes rolos, onde a fita está enrolada, são rebobinados, a fim de que as mesmas sejam incluídas, a intervalos previamente programados, que dependem do comprimento desejado para cada tipo de fita. Por exemplo, para cassetes de 60 minutos, a margem é inserida a cada 282 pés (90 metros, aproximadamente); e para cassetes de 90 minutos, o intervalo entre as margens passa a 422 pés (140 metros, aproximadamente), e assim por diante.

(Conclui no próximo número)

© Copyright revista Audio


DESELECTRON TEM OS COMPONENTES QUE O AVANÇO DA SUA INDUSTRIA EXIGE

FAIRCHILD

Fairchild é garantia de qualidade e precisão para os produtos da sua indústria. Deselectron é a garantia permanente de fornecimento semi-condutores Fairchild. Temos tudo isto e muito mais ao seu dispor. Consulte-nos.

**DIODOS (NACIONAL)**
- Sinal
- Zeners (até 1 w)
- Retificadores 1 AMP

**TTL**
- 74/H/L/LS/S
- 9000/9300/9600

**CMOS**
- 4000 - Série B
- Escala Musical

**TRANSISTORES**
- Comutação
- Potência
- Darlingtons
- Alta-Tensão
- Faixa-Cidadão (CB)

**E C L**
- Prescalers de 1 GHz à 250 MHz
- Amplificadores
- VCM e PLL
- Sintetizador CB

**LINEARES**
- Operacionais
- Amplificadores
- Reguladores
- TBA, TAA, CA'S
- Timers

**L S I**
- Relógios
- Contadores até 5 Digitos
- Divisor até 256.184
- DVM

**C C D**
Memórias até 16 K - Imager 100x100 - Imager 244x190

**OPTO**
- Led e Displays nas três cores
- Acopladores Óticos
- Foto-Transistores
- Foto-Emissores

**MICRO-PROCESSADORES**
- F-8
- MC 6800
- Memórias RAM, ROM e PROM (MOS e Bipol)
- Interfaces
- A/D e D/A - 8 Bits

**Ampla capacidade Técnico-Comercial em distribuição (Engenharia e Laboratório de Aplicações).**

**Consulte-nos solicitando a visita de nossos representantes:**

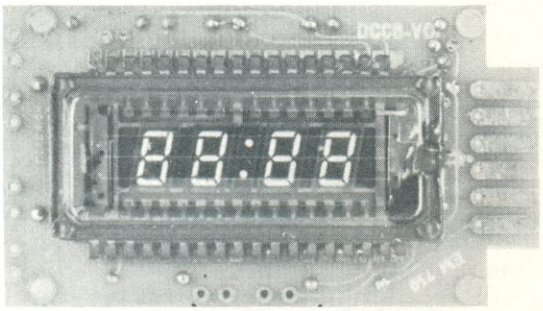
DESELECTRON ELETRONICA LTDA

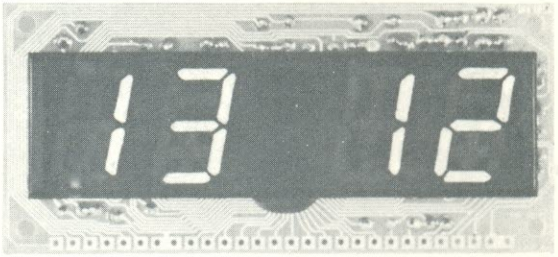
**São Paulo:** Rua Dr. José de Queiroz Aranha, 94 - V. Mariana - Fone: 549-7863.
**Rio Grande do Sul e Santa Catarina:** Engetron Contrôles Eletrônicos Ltda. Rua Santos Dumont, 1.748 — Porto Alegre — Fones: 22-8334 - 22-2481 - 42-3814
**Rio de Janeiro:** Eng. José Behar — Rua República do Líbano, 46 — Fone (021) 224-7098
**Belo Horizonte:** C.S.A. Representações e Comércio Ltda. — Av. Augusto de Lima, 1.113 — Lj. 102 — Galeria Chaves — Fone: (031) 337-9476.

DISTRIBUIDOR FAIRCHILD

Deselectron
desenvolvimento em eletrônica

# Os Novos Módulos de Relógios Digitais




**Um processo que tem acompanhado constantemente a evolução da eletrônica é o de miniaturização dos componentes e equipamentos. Assim tem sido com os relógios digitais; dos componentes discretos, com os quais eram feitos, anos atrás, passaram a utilizar os circuitos integrados, que foram, aos poucos, sendo também reunidos em um único bloco. E, agora, chegamos aos módulos, que incluem o circuito do relógio, o de base de tempo e o «display», em um único circuito impresso, pronto para ser instalado.**

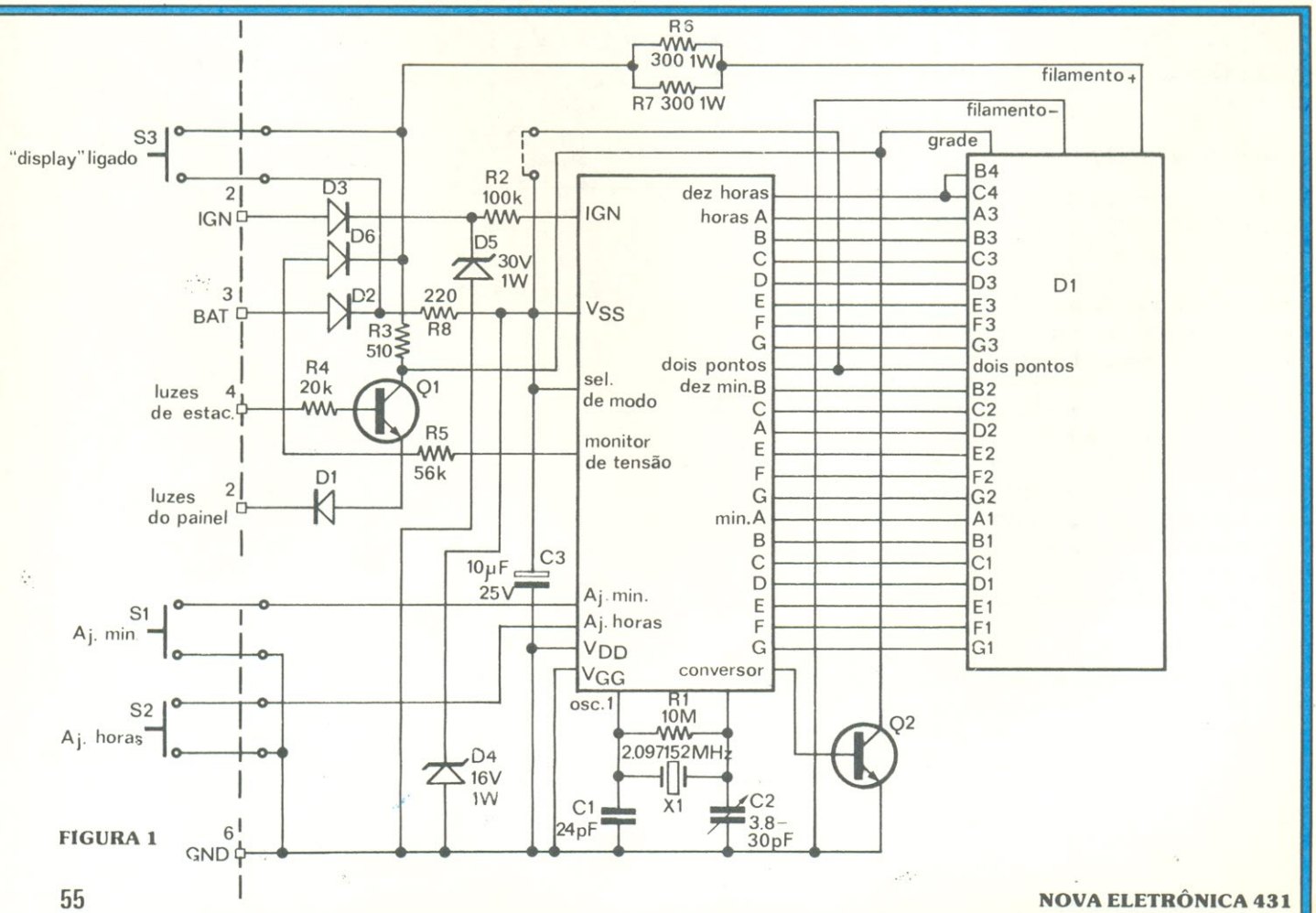



**FIGURA 1**

Esses novos módulos dividem-se em dois tipos principais, sendo um deles para aplicação em relógios estacionários (isto é, relógio para casas e escritórios) e o outro, em relógios para veículos; deste modo, cada um tem suas características adaptadas à sua aplicação específica, conforme veremos mais adiante. O que ambos têm em comum é o fato de serem módulos completos, pedindo apenas a alimentação e os interruptores de ajuste. Mas, vejamos cada um deles separadamente, observando mais detidamente suas características.

## O MA 1003, MÓDULO PARA APLICAÇÕES AUTOMOTIVAS

O aspecto externo do MA 1003 pode ser apreciado na foto de entrada; seu esquema elétrico simplificado aparece na figura 1. Este módulo combina um circuito de relógio MOS/LSI monolítico, um «display» de 4 dígitos, um cristal de 2,097 MHz e alguns elementos periféricos, formando um relógio digital completo, adequado a aplicações que empreguem 12 volts de alimentação, em corrente contínua.

### Quanto ao «display»

O «display», como já dissemos, é composto por 4 dígitos de 7,6 mm (0,3") de altura, encapsulados em uma ampola de vidro resistente, sendo dois deles reservados aos minutos e os outros dois, para as horas.

Os dígitos possuem uma coloração verde quando estão acesos, pelo fato de utilizarem a técnica da luz fluorescente à vácuo; contudo, sua cor pode ser variada para diversos tons de verde, verde-azulado, azul e amarelo, por meio do uso de filtros.

Os dois pontos, que dividem os dígitos de horas dos dígitos de minutos, piscam continuamente durante o funcionamento, a uma freqüência de 0,5 Hertz (ou seja, ficam acesos por um segundo e apagados no segundo seguinte e assim por diante).

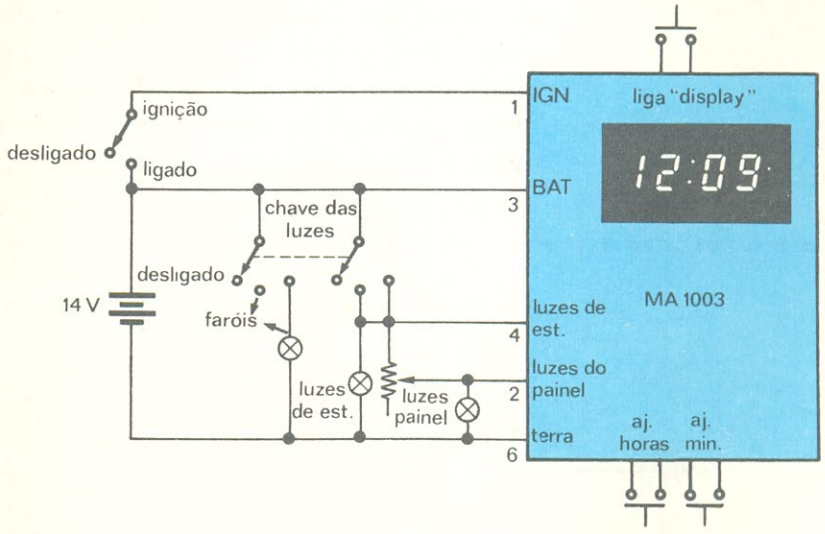
O «display» permanece apagado enquanto a ignição estiver desligada, por motivo de economia; o circuito interno, entretanto, continua sempre em operação, para que a contagem de horas não seja perdida. É possível, ainda, variar automaticamente a intensidade luminosa do «display» com o acendimento dos faróis ou das luzes de estacionamento, mediante algumas conexões. Pensou-se nessa possibilidade para evitar que o brilho forte do «display» incomode o motorista, durante a noite ou em dias escuros; sendo controlada pelas luzes do veículo, a luminosidade será reduzida automaticamente com o acendimento das mesmas.

### Controles relacionados ao «display»

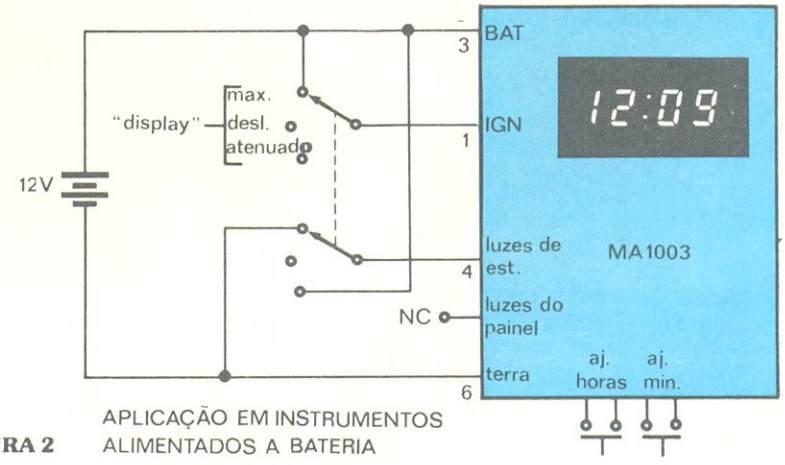
O módulo MA 1003 fornece 4 condições de luminosidade do «display», resumidas na tabela I. Note que os valores de 33% e 0% são fixos; qualquer valor intermediário pode ser obtido por meio da variação da tensão na entrada das luzes de painel (pino 2) entre $V_{BAT}$ (pino 3) e Terra (pino 6). Note também a diferença entre 0% de brilho e a condição de «display apagado».

### Outros controles (figura 4)

**Entrada de bateria (pino 3):** Esta entrada alimenta apenas o circuito MOS de relógio. É protegida contra inversões da bateria,




APLICAÇÃO EM AUTOMÓVEIS




APLICAÇÃO EM INSTRUMENTOS ALIMENTADOS A BATERIA

**FIGURA 2**

TABELA 1

| BRILHO «DISPLAY» | LIGAÇÕES DOS PINOS | | |
|---|---|---|---|
| | PINO 1 | PINO 4 | PINO 2 |
| apagado | B ou aberto | B ou aberto | X |
| 100% | A | B | X |
| 33% | X | A | A ou aberto |
| 0% | X | A | B |

X – qualquer nível  A – ligação ao pino 3 (BAT)  B – ligação ao pino 6 (terra)

corrente excessiva e transientes de sobretensão.

**Entrada de ignição (pino 1)**: Permite o ajuste do relógio por meio das chaves de horas e minutos, alimenta o «display» e possibilita a atenuação do mesmo, por intermédio das luzes de estacionamento e do painel. Tudo isto é possível se houver uma tensão igual a $V_{BAT}$ aplicada a essa entrada; caso haja um nível igual ao de terra aplicado à mesma, essas funções serão inibidas. Esta entrada também é protegida.

Quando, por outro lado, a entrada estiver ao nível de terra, o «display» poderá estar apagado ou a 100% de luminosidade, dependendo do nível de tensão presente na entrada de ignição. Enquanto esta condição permanecer, a entrada das luzes do painel não afeta o brilho do «display».

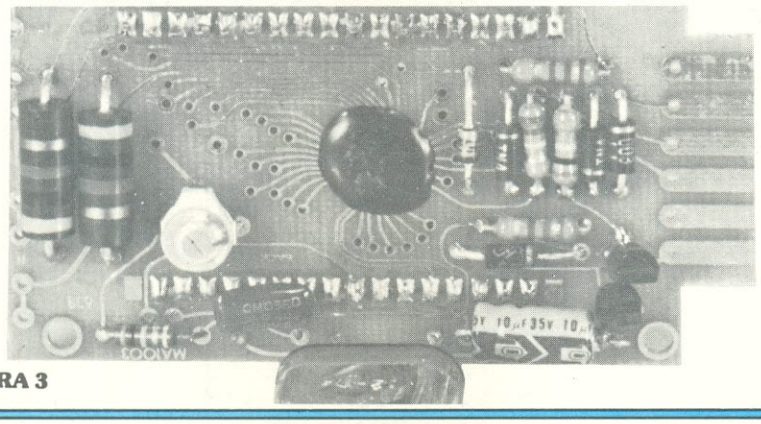


FIGURA 3

**Entrada das luzes de estacionamento (pino 4)**: Permite o acendimento e a atenuação do «display». Caso esta entrada seja deixada ao nível de $V_{BAT}$, o «display» acende a uma luminosidade que varia entre 0 e 33%, dependendo do nível de tensão presente na entrada das luzes de painel (pino 2). Durante tal condição, o estado da entrada de ignição (pino 1) não afeta o brilho do «display».

**Entrada das luzes de painel (pino 2)**: Controla o brilho do «display» somente enquanto a entrada das luzes de estacionamento estiver em $V_{BAT}$. Quando este pino 2 estiver ao nível de $V_{BAT}$, a luminosidade relativa do «display» será de 33%; estando ao nível de terra, porém, a luminosidade resultará em 0%. Variando-se a tensão de entrada deste pino, do terra ao nível de $V_{BAT}$, o brilho vai variar linearmente de 0 a 33%.

Esta entrada não influenciará o «display» se a entrada das luzes de estacionamento estiver a um nível baixo (ou seja, no terra).

Esta entrada é protegida, como as anteriores.

1 – IGNIÇÃO
2 – LUZES DO PAINEL
3 – BATERIA
4 – LUZES DE ESTACIONAMENTO
5 – SEM CONEXÃO
6 – TERRA

FIGURA 4

**Entradas de ajuste de horas e minutos**: Essas entradas são utilizadas para o acerto da hora no relógio. Os seus terminais vão fazer os dígitos das horas e dos minutos avançar, a um ritmo de 1 Hz (isto é, uma hora ou um minuto por segundo) e têm ação independente.

Ao contrário do restante das entradas, estas não estão protegidas, o que significa que se deve dispensar a elas todo o cuidado empregado ao se manipular dispositivos MOS.

Os seus pontos de conexão na placa foram feitos de maneira a aceitarem chaves de pressão convencionais.

**Entrada para o interruptor de acionamento do «display»**: Possibilita o acendimento do «display» a um brilho de 100%, quando as entradas de luzes de estacionamento e do painel estão a um nível de terra.

Os terminais do circuito impresso relativos a esta entrada também aceitam chaves interruptoras.

**As possibilidades de conexão**

Apresentamos, na figura 2a, a maneira de conectar o módulo MA 1003 ao sistema elétrico do automóvel. Devido às características deste relógio, no entanto, ele pode ser também empregado em outras aplicações; na figura 2b aparece uma alternativa de conexão, caso se deseje ligá-lo em casa ou a aparelhos portáteis, alimentados a bateria.

Concluindo a apresentação deste módulo, vamos fornecer um resumo de suas características principais:

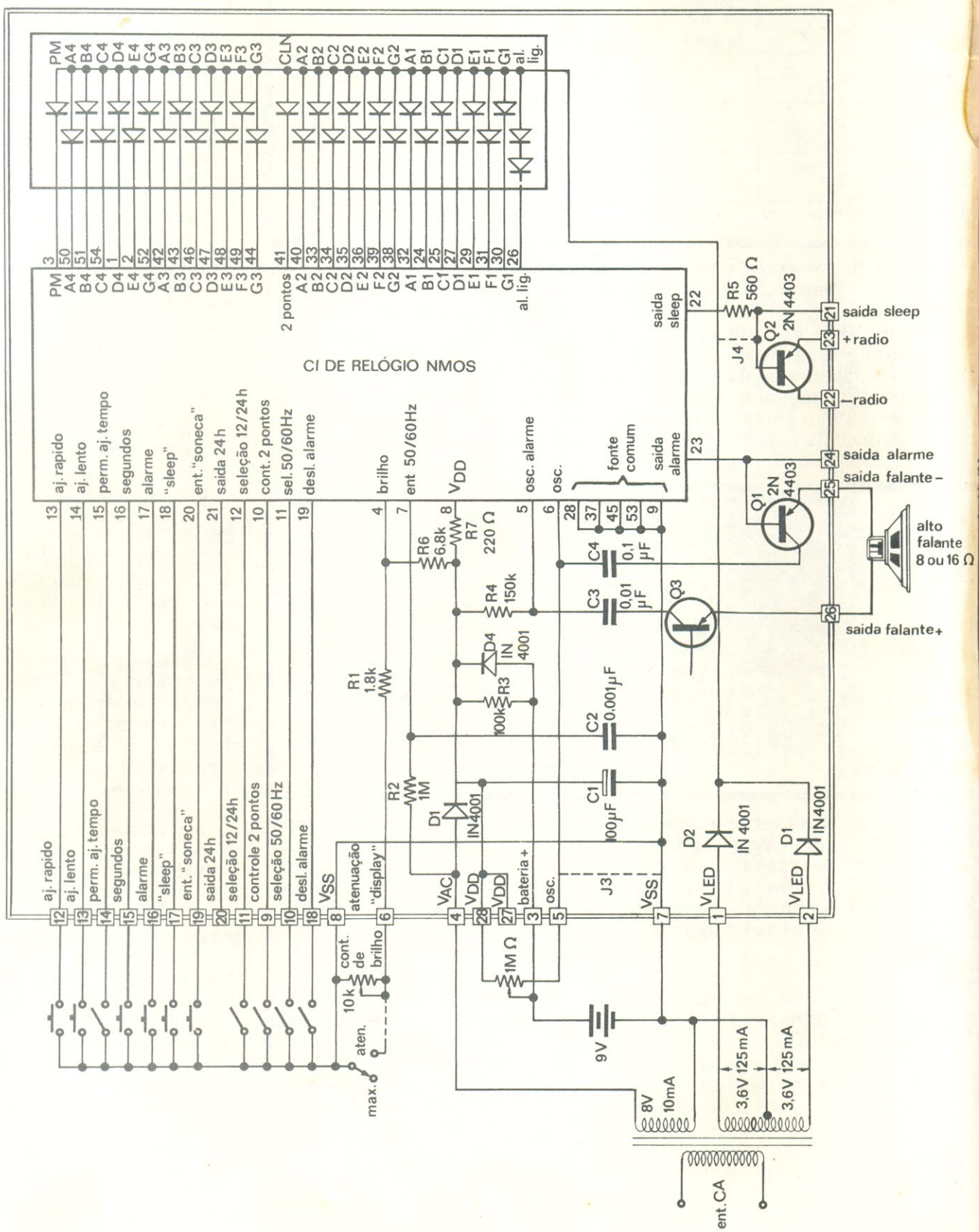

CI DE RELÓGIO NMOS
aj. rapido
aj. lento
perm. aj. tempo
segundos
alarme
"sleep"
ent. "soneca"
saida 24h
seleção 12/24h
cont. 2 pontos
sel. 50/60Hz
desl. alarme
brilho
ent 50/60Hz
VDD
osc. alarme
osc.
fonte comum
saida alarme
saida sleep
2 pontos
al. lig.
PM
CLN
R5 560 Ω
Q2 2N 4403
J4
saida sleep
+radio
−radio
saida alarme
saida falante −
Q1 2N 4403
alto falante 8 ou 16 Ω
saida falante+
R6 6,8k
R7 220 Ω
R4 150k
C4 0,1 µF
C3 0,01 µF
Q3
D4 IN 4001
R3 100k
R1 1,8k
C2 0,001µF
C1 100µF
R2 1M
D1 IN4001
D2 IN 4001
D1 IN4001
J3
VSS
VAC
VDD
VDD
bateria +
osc.
VSS
VLED
VLED
atenuação "display"
cont. de brilho
10k
aten.
max.
1M Ω
9V
8V 10mA
3,6V 125mA
3,6V 125mA
ent. CA

FIGURA 5

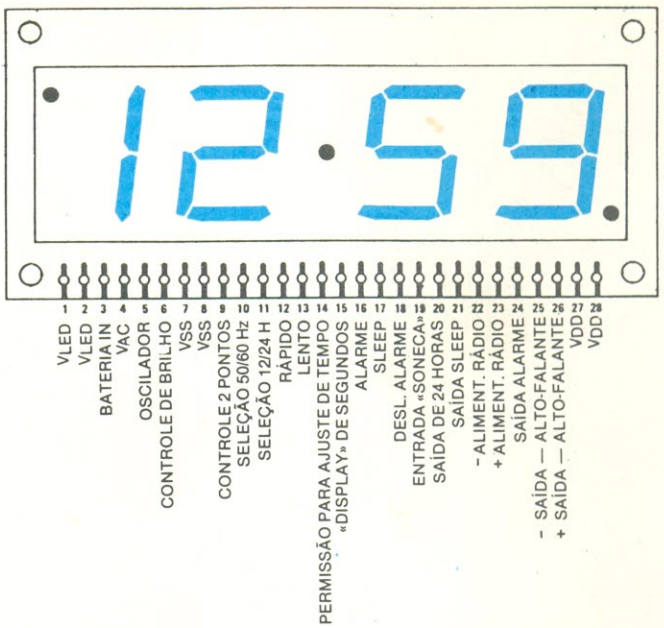



**FIGURA 6**

Relógio de 12 horas.

Tensão de alimentação — 12 volts, corrente contínua.

Consumo — «display» apagado, 25 mW (2 mA); a 100%, 1,2 W (83 mA); a 33%, 1,4 W (97 mA), e a 0%, 1,5 W (104 mA).

Base de tempo — interna, a cristal.

Precisão — 0,5 segundo/dia.

«Display» — dígitos de 7,6 mm de altura, em cor verde.

Dimensões — 7,5 × 4,4 cm.

A figura 3 mostra a vista posterior do circuito impresso onde está montado o módulo MA 1003, dando inclusive uma boa visão do integrado MOS, que é a «alma» do conjunto (a mancha preta, sob o cristal).

## O MA 1023A, MÓDULO DE RELÓGIO DIGITAL COM LEDs

Este é também um relógio de 4 dígitos, mas seu «display» é formado por diodos emissores de luz (LEDs). Seu circuito integrado utiliza a tecnologia MOS de canal n e o módulo requer duas tensões de alimentação: 3,6 V para o «display» e 7 a 11 V, para o integrado. Entretanto, apenas o transformador de alimentação e os interruptores de ajuste são o necessário para pô-lo a funcionar.

Além disso, este módulo é muito versátil, pois pode ser utilizado como relógio despertador, rádio-relógio ou instrumento de painel. Seu esquema completo está na figura 5, que mostra também as conexões com o transformador.

Suas dimensões: 8,5 × 3,8 cm.

### Características gerais do módulo MA 1023A (figura 6)

**«Display»**: Forma um bloco único, onde estão encapsulados todos os dígitos, de 17 mm de altura, aproximadamente. Sendo constituído por LEDs, sua cor é vermelha, quando está aceso.

Por opção do montador, o «display» pode ser de 12 ou 24 horas, selecionando-se o nível de tensão no pino 11 do circuito impresso.

É possível controlar a luminosidade do «display», de maneira contínua, com um potenciômetro, ou apenas em dois níveis (luminosidade máxima e atenuada), com um interruptor simples. Os segmentos podem ser testados, todos de uma vez, ao se pressionar as chaves ALARME e SLEEP ao mesmo tempo; isto provocará o acendimento de todos os segmentos.

Quando é usado com bateria e oscilador de emergência, o «display» pisca ao faltar a energia da rede.

E, ao contrário do módulo para relógios em veículos (MA 1003) o acerto da hora é feito pelo método do «rápido» e «lento», com dois controles separados.

**Circuito**: Este módulo oferece inúmeras possibilidades, que podem ser acompanhadas pela figura 7; essa figura ilustra as conexões permitidas pelo MA 1023A.

Um detalhe interessante sobre este relógio é o fato dele produzir um tom de alarme, pelo seu circuito interno (com um tom de 800 Hz, modulado a um ritmo de 2 Hz), e de permitir a conexão direta de um alto-falante ao seu circuito.

Outros pontos importantes são as funções de «SONECA» (SNOOZE), a de MÚSICA TEMPORIZADA (SLEEP) e a de ALARME (ALARM). O primeiro fornece alarmes repetidos, com 9 minutos de intervalo entre eles, a partir da hora programada para «acordar»; o segundo, desliga o rádio depois de um período de tempo programado; e o terceiro, fornece o alarme na hora de «acordar», em um tom contínuo ou por meio da música do rádio.

Além de tudo isso, pode-se ler os segundos no «display», ao se pressionar uma chave ligada ao pino 15 do circuito impresso.

A contagem de tempo continuará, mesmo em caso de falta de força, graças a um oscilador interno que pode ser alimentado com uma única bateria de 9 volts.

Acabamos de apresentar o que existe de mais atualizado em matéria de relógios digitais; pelo que se pôde ver, a evolução não só os torna mais econômicos e mais precisos, como também mais práticos, facilitando enormemente sua instalação e utilização por parte do montador.

APLICAÇÃO COMO RÁDIO RELÓGIO

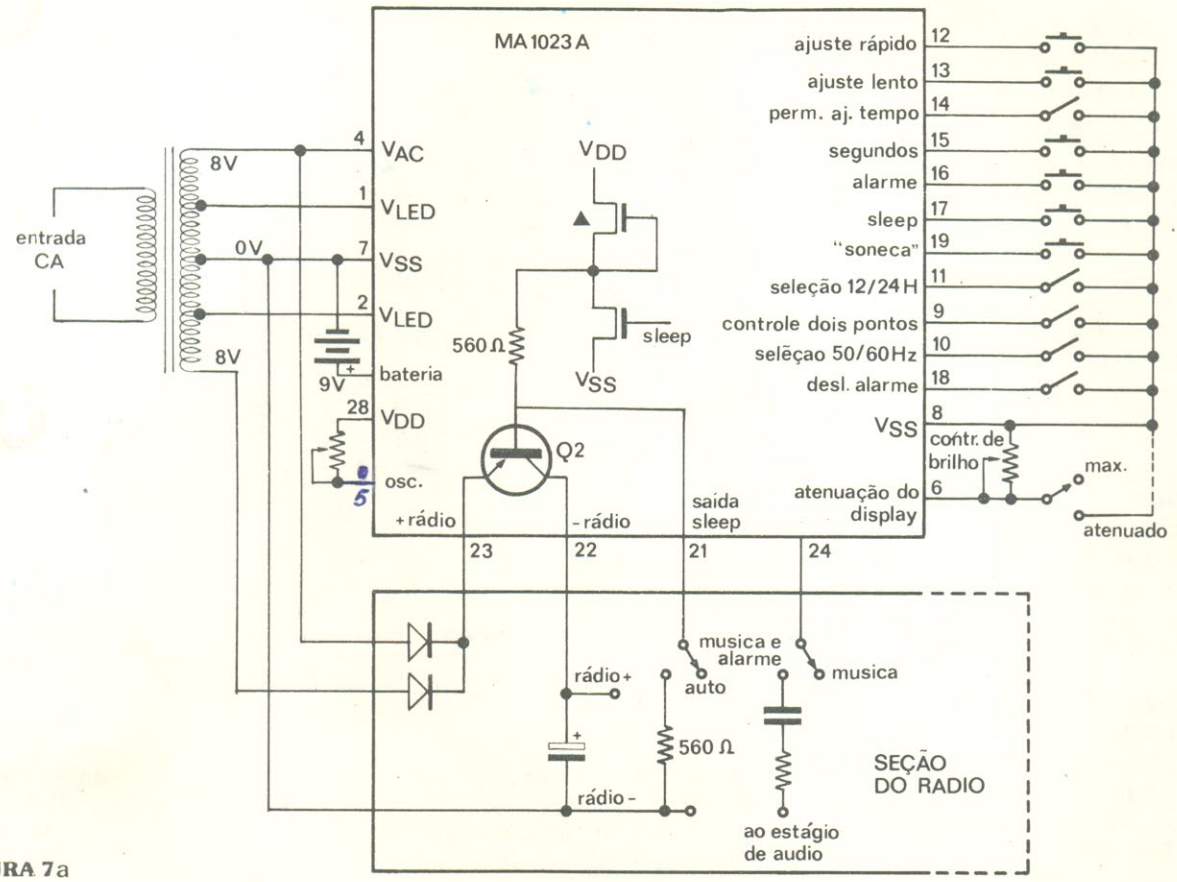



**FIGURA 7a**

APLICAÇÃO COMO RELÓGIO ALARME

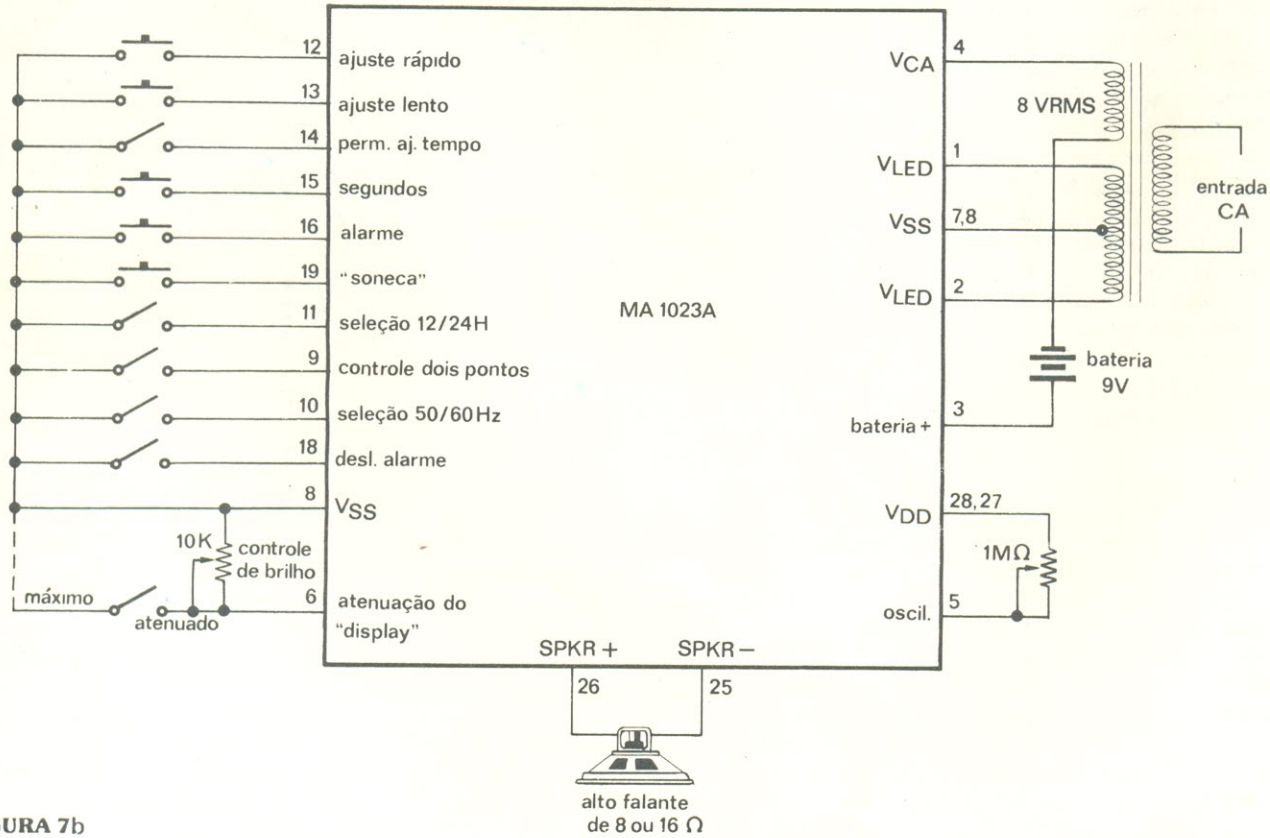
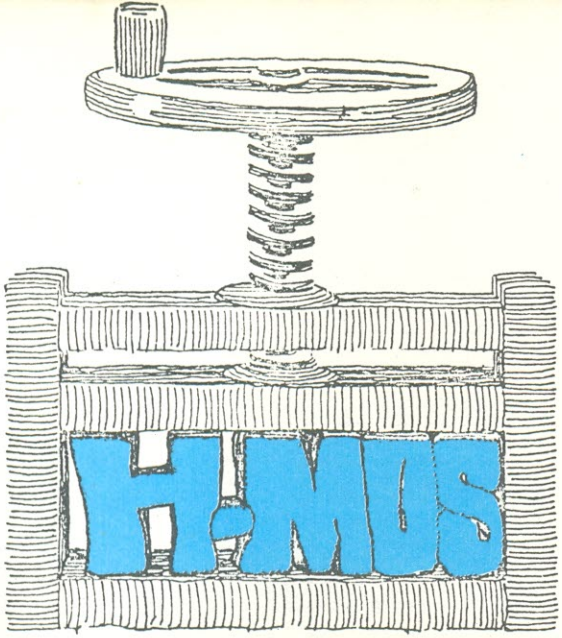



**FIGURA 7b**

# EXTRAINDO UM MAIOR DESEMPENHO DOS INTEGRADOS LSI




**A tecnologia H-MOS leva os dispositivos tradicionais a um maior nível de desempenho**

RICHARD PASHLEY, KIM KOKONNEN, EDWARD BOLEKY, ROBERT JACMEN, SAMUEL LIU E WILLIAM OWEN; INTEL CORP., SANTA CLARA, CALIFÓRNIA.

Quase que se tornou uma lei da natureza a maneira como os dispositivos MOS duplicam sua densidade ou desempenho, a cada ano. Ao longo da última década, os integrados MOS, que eram apenas «shift registers» (registradores de deslocamento), portas e «flip-flops» de baixa densidade, operando com tempos de milissegundos, tornaram-se memórias, microprocessadores, sistemas e subsistemas dedicados, contendo dezenas de milhares de funções eletrônicas, em um único dispositivo, capaz de operar com tempos da ordem de nanossegundos.

O que alimenta este progresso prodigioso é a tremenda versatilidade da tecnologia MOS. Começando com uma técnica de circuitos de múltipla alimentação, tipo canal p, de alto limiar, capaz, quando muito, de executar funções simples de calculadoras e armazenagem seriada, a tecnologia MOS avançou até as estruturas de uma e duas camadas de canal n, utilizando uma fonte de alimentação única, de 5 volts, para desempenhar instruções complexas de computador em ciclos menores que 100 ns, e operações de memória estática e dinâmica, em menos de 50 ns — tudo isto com um consumo cada vez menor.

Atualmente, esta tecnologia ocupa uma posição ainda mais elevada. Pela primeira vez, ela é capaz de desafiar o desempenho dos circuitos bipolares, enquanto continua batendo novos récordes em complexidade e baixo custo. As técnicas que demonstraram ser capazes de empreender esta caminhada são várias, mas partilham uma característica decisiva, que consiste em reduzir o comprimento efetivo do canal, ou seja, o espaçamento entre dreno e supridouro do transistor MOSFET fundamental.

Pode-se conseguir isto por duas maneiras. Uma delas é baseada em um processo de dupla difusão: um dispositivo do tipo de deplexão, com um canal relativamente longo, de 5 micrômetros, sob a porta MOS, é integrado em série com um canal de 1 μm, do tipo de enriquecimento (enhancemente mode), formado por meio da difusão de boro, através da abertura da junção do supridouro auto-alinhado.

O processo é chamado D-MOS, quando a estrutura de dupla difusão tem uma configuração planar e recebe o nome de V-MOS, quando a estrutura possui uma configuração vertical, com a superfície do transistor MOS depositada sobre ã face de uma ranhura em forma de «V», gravada anisotropicamente no substrato de silício. Em ambos os casos, a estrutura de dupla difusão requer nova tecnologia de processo e estruturas de circuito que diferem bastante das técnicas normais de portas de silício.

A segunda maneira consiste em se reduzir diretamente o tamanho e os parâmetros dos dispositivos MOS; ou em outras palavras, a redução das estruturas convencionais de portas de silício, tipo canal n. Este método não é novo; desde o início, os projetistas de dispositivos MOS sabiam que, ao diminuir as dimensões desses dispositivos, eles poderiam obter maior velocidade, maior densidade e consumo mais baixo.

Para obter seu novo processo de alto desempenho, a Intel escolheu o método de redução direta por duas razões: primeira, pelo fato deste método evoluir diretamente do processo de portas de silício padrão, e portanto, não necessitar novas estruturas de dispositivo, nem esquemas complexos de circuito (qualquer dessas duas exigências iria tornar os resultados e custos de fabricação demasiadamente imprevisíveis para garantir sua utilidade em uma grande variedade de produtos semicondutores).

Segunda, este método se adapta à tendência dos padrões de circuitos cada vez menores, à medi-

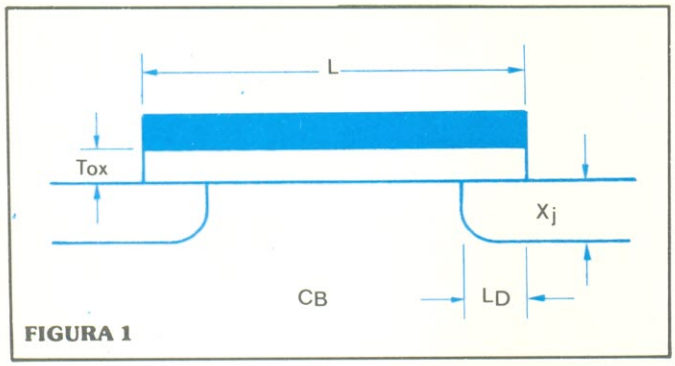


FIGURA 1

**Reduzindo** — Para reduzir as dimensões de um dispositivo MOS, todos os parâmetros devem ser reduzidos proporcionalmente. Se o comprimento do canal, L, for encurtado de 1/S, onde S é o fator de redução, a espessura do óxido Tox, a subdifusão lateral, $L_D$, e a profundidade da junção, $X_J$, também devem ser diminuídos de 1/S. Ao mesmo tempo, a constante de dopagem do substrato, $C_B$, deve ser aumentada de um fator igual a S.

da que os processos fotolitográficos tornam-se mais refinados e as técnicas de fabricação das «bolachas» (wafers) por meio de feixe de elétrons estão prontas para entrar em atividade.

Além disso, as estruturas de dupla difusão têm um futuro limitado. Elas podem ter sido apropriadas para a evolução alcançada há dois ou três anos atrás, quando a indústria ainda não era capaz de produzir canais abaixo de 5 µm de comprimento. Mas, agora que canais de 4 um (e, logo mais, os de 3 e 2 um) são possíveis, a necessidade de novas estruturas, tais como D-MOS e V-MOS, pode estar, simplesmente, desaparecendo.

## Como reduzir um dispositivo MOS

A figura 1 mostra a seção em corte de um dispositivo de portas de silício, canal n, onde L é o comprimento do canal, Tox é a espessura do óxido da porta, Xj é a profundidade da junção, $L_D$ é a difusão lateral e $C_B$ é o nível de dopagem do substrato. Agora, a teoria de redução de primeira ordem diz que as características de um dispositivo MOS podem ser mantidas e a operação desejada, assegurada, se os parâmetros do dispositivo forem reduzidas como nos faz ver a **tabela I**. Quando S é o fator de redução e o comprimento L for reduzido de um fator 1/S, então as outras dimensões do dispositivo — a espessura do óxido da porta, e a subdifusão lateral, a largura do dispositivo e a profundidade da junção — devem também ser reduzidas de 1/S. Além disso, para manter a tensão de limiar adequada e a tensão de ruptura dreno-supridouro, a teoria de redução manda que a concentração de impurezas do substrato seja aumentada de um fator S, enquanto a tensão e a corrente de alimentação são reduzidas de 1/S.

## O efeito sobre o desempenho

Quando este processo é aplicado corretamente, a elevação no desempenho dos dispositivos é fantástica, como a tabela I pode mostrar. A capacitância parasita, o atraso de porta, o consumo e o produto potência-atraso, todos eles sofrem uma grande redução. Já que redução da capacitância parasita é aproximadamente proporcional à diminuição

**Tabela I: Redução de dispositivos MOS**

| Parâmetros do dispositivo e do circuito | Fator de redução |
|---|---|
| Dimensões do dispositivo, Tox, L, $L_D$, W, $X_J$ | 1/S |
| Dopagem do substrato, $C_B$ | S |
| Tensão de alimentação, V | 1/S |
| Corrente de alimentação, I | 1/S |
| Capacitância parasita, WL/Tox | 1/S |
| Atraso de porta, VC/I | 1/S |
| Dissipação de potência, VI | $1/S^2$ |
| Produto potência-atraso | $1/S^3$ |

**Tabela II: Evolução da redução dos dispositivos MOS**

| Parâmetros do dispositivo e do circuito | Método de enriquecimento n-MOS-1972 | Método de deplexão n-MOS-1976 | H-MOS 1977 | MOS 1980 |
|---|---|---|---|---|
| Comprimento do canal, L (µm) | 6 | 6 | 3,5 | 2 |
| Difusão lateral, $L_D$ (µm) | 1,4 | 1,4 | 0,6 | 0,4 |
| Profundidade da junção, $X_J$ (µm) | 2,0 | 2,0 | 0,8 | 0,8 |
| Espessura do óxido da porta, Tox (Å) | 1200 | 1200 | 700 | 400 |
| Tensão da fonte de alimentação, $V_{CC}$ (V) | 4 a 15 | 4 a 8 | 3 a 7 | 2 a 4 |
| Menor atraso de porta (ns) | 12 a 15 | 4 | 1 | 0,5 |
| Potência da porta $P_D$ (mW) | 1,5 | 1 | 1 | 0,4 |
| Produto velocidade-potência (pJ) | 18 | 4 | 1 | 0,2 |

da profundidade da junção, ela também sofre uma redução de 1/S; isto significa que, como o atraso de porta é aproximadamente proporcional à capacitância parasita, ele é reduzido de 1/S, igualmente. Em adição a isto, sendo o consumo proporcional à tensão e corrente de alimentação, ele é reduzido de um fator ainda maior, igual a $1/S^2$. Finalmente, temos o produto potência-atraso, ou figura de mérito, de um dispositivo MOS; e como ele resulta do produto do atraso de porta com o consumo, sua redução atinge o significante fator de $1/S^3$. Portanto, a redução das dimensões de um dispositivo MOS provoca uma melhoria no desempenho do mesmo, determinada pelo cubo de seu fator de redução.

Em resumo, reduzindo as dimensões de um circuito, o projetista de MOS ganha um enorme poder sobre a densidade e desempenho do mesmo — um fato que também é representativo de eventos semelhantes, na história dos dispositivos MOS.

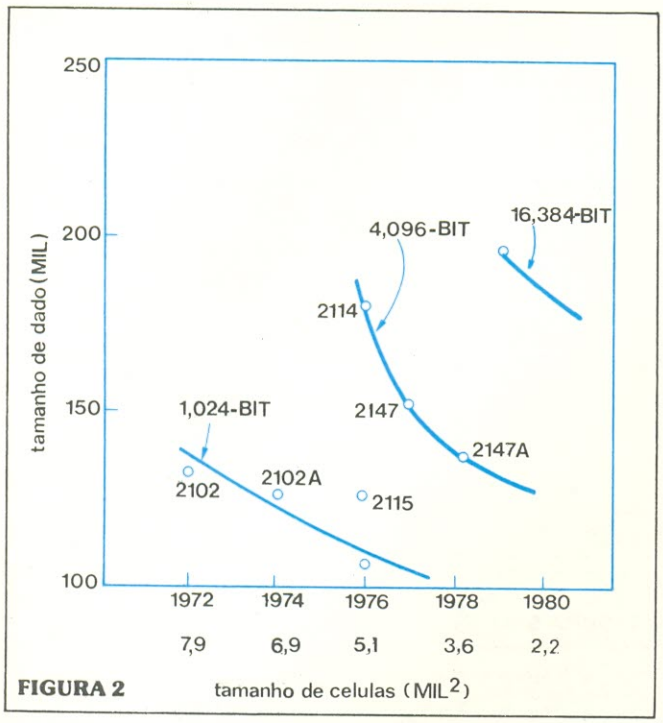



**FIGURA 2**

**Cada vez melhor** — Graças ao grande desenvolvimento da tecnologia MOS de canal n e portas de silício, as memórias RAM estáticas são constantemente aperfeiçoadas em densidade. Em comparação com processos anteriores, a técnica H-MOS atual incrementa a densidade de encapsulamento por um fator de 4.

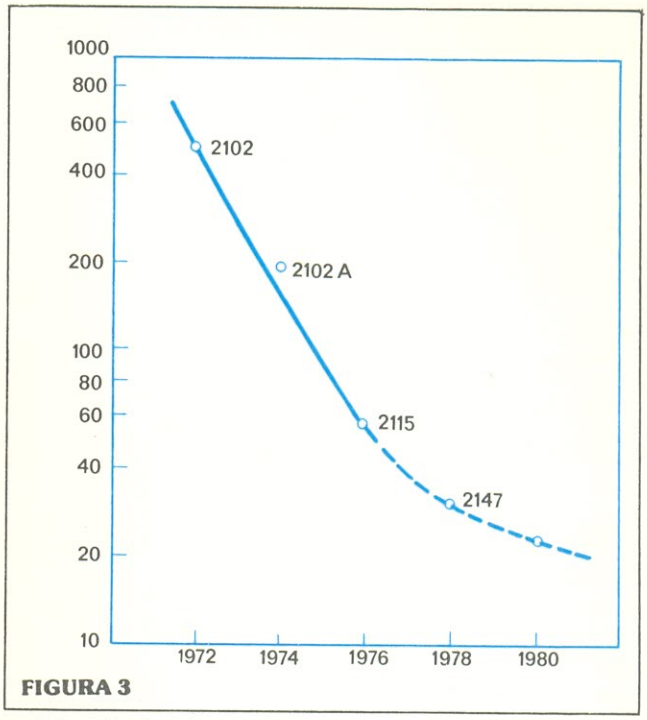



**FIGURA 3**

**Mais rápidas, também** — Os melhoramentos introduzidos no processo e a redução dos dispositivos, adotados em H-MOS, estão tornando as memórias MOS RAM mais rápidas. Em 1972, uma RAM estática típica, de 1024 bits (2102), exibia um tempo de acesso de 600 ns; as atuais RAMs de 4096 bits (2147) reduziram este tempo para 45 ns.

A tabela II enfoca a mudança para H-MOS nesta perspectiva. Observe a grande redução nos parâmetros de circuito que ocorreram entre 1976 e 1977, época em que a Intel mudou do processamento normal de portas de silício canal n, para a tecnologia H-MOS. Reduzindo o comprimento do canal de 6 para 3,5 µm e diminuindo os outros parâmetros apropriadamente, foi possível dividir o produto velocidade-potência por quatro. Este aperfeiçoamento teria ido mais longe se a tensão de alimentação tivesse sofrido uma redução permitida pela teoria de primeira ordem de redução de dispositivos, ao invés de ser mantida ao nível mais aceitável de 5 V. Em meados de 1980, porém, quando o comprimento do canal for reduzido para 2 µm, e a tensão de alimentação para 3 V, o desempenho será drasticamente melhorado, desta vez de um fator de cinco, tornando-se, então, 20 vezes melhor do que os dispositivos MOS de 1976.

Um exemplo do que significa para o usuário a redução de dispositivos está nas figuras 2 e 3, que registram o progresso atingido, ao longo dos anos, em memórias de acesso aleatório, estáticas (static RAMs). Em 1972, a memória MOS RAM padrão era a 2102, de 500 ns, construída com um canal de 6 µm de comprimento e uma espessura de óxido da porta de 1200 angstrons; seu produto velocidade-potência era de 18 picojoules e ocupava uma «pastilha» (chip) de silício de quase 140 mils (mil = 1 milésimo de polegada) de lado, possuindo uma célula de 8 mils$^2$, aproximadamente.

Em 1974, a memória 2102 foi reprojetada com base em uma tecnologia de canal n, que reduziu sua área em 15% e seu tempo de acesso para 200 ns. A este processo, foram introduzidas, em 1976, a isolação do óxido e a polarização do substrato, para originar a memória RAM estática 2115, que permite o acesso aos mesmos 1024 bits em apenas 70 ns.

Hoje em dia, o efeito de redução de dispositivos é ainda mais aparente devido à tecnologia H-MOS, que introduz a 2115 (agora chamada 2115A) em uma pastilha pouco maior que 100 mils de lado, enquanto melhora o tempo de acesso para 25 ns.

### O que está para vir

Aplicada a um projeto de memória estática de 4096 bits, a tecnologia H-MOS resulta em uma «pastilha» pouco maior que a utilizada na memória 2102 original, e ainda levando os tempos de acesso para baixo dos 50 ns. À medida que o processo MOS for se desenvolvendo e a redução continuar, será possível montar uma RAM totalmente estática, de 16.384 bits, em uma «pastilha» não maior que 200 mils de lado, oferecendo aos projetistas de sistemas tempos de acesso na faixa de 50 ns.

A alta velocidade e a alta densidade da tecnologia H-MOS são conseguidas com o auxílio de cinco maiores aperfeiçoamentos da tecnologia MOS, quatro dos quais estão relacionados à redução de dispositivos: espessura do óxido da porta, profundidade da junção, comprimento do canal e implantes de íons modificadores de limiar; o quinto aperfeiçoamento, não relacionado com redução de dispositivos, consiste na utilização de um substrato de alta resistividade.

O substrato de alta resistividade, feito com material tipo p, com resistividade de 50 ohm.cm, é empregado para reduzir a capacitância da junção,

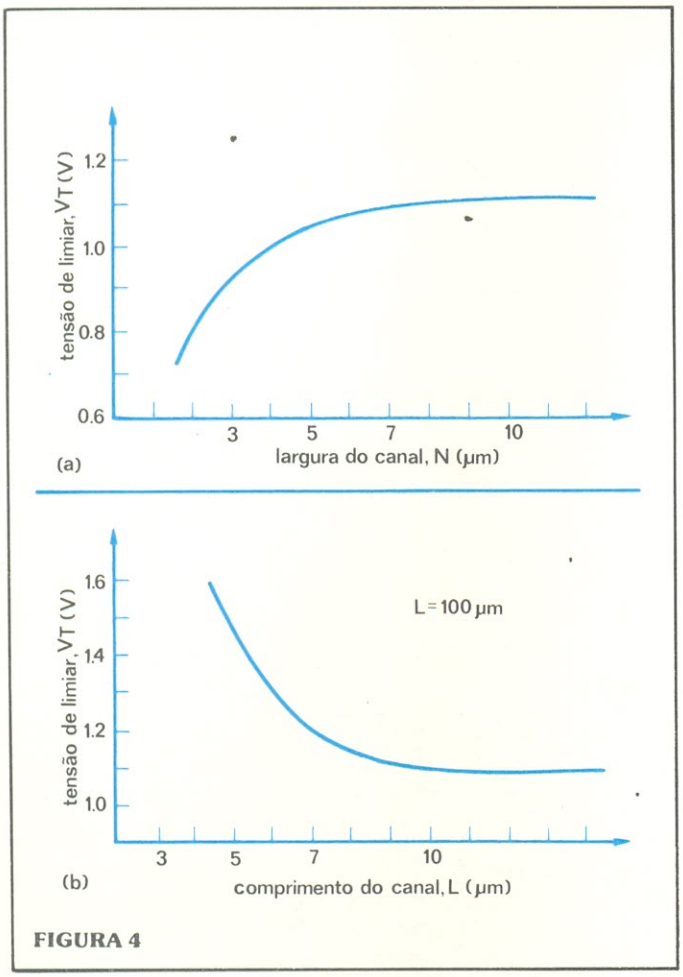



**FIGURA 4**

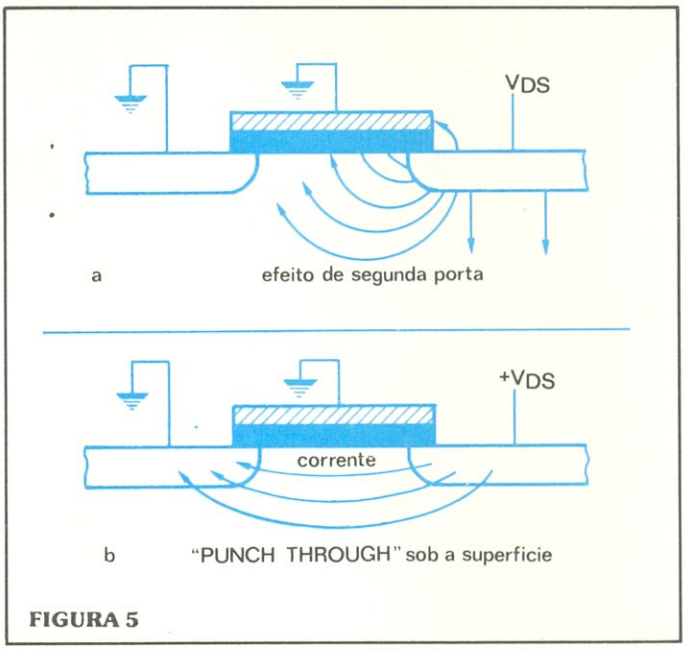



**FIGURA 5**

**Problemas de segunda ordem** — Os dispositivos de pequenas dimensões são vulneráveis a dois efeitos de segunda ordem. O primeiro deles é o efeito de segunda porta (a), onde as linhas do campo elétrico que emanam da junção do dreno vão acabar na «interface» óxido-silício. O outro efeito é chamado de «punch-through» (b), e pode ser aliviado pela escolha cuidadosa das impurezas do substrato, através do implante de íons, combinado com um óxido pouco espesso para a porta.

diminuir os efeitos do corpo do substrato, que degeneram o desempenho, e elevar a mobilidade efetiva dos portadores do dispositivo.

Todos esses três fatores conduzem a dispositivos mais rápidos e menor consumo.

A redução do óxido da porta, em H-MOS, para 700 angstrons, aumenta os ganhos do dispositivo e as tensões de «punch-through» e reduz os efeitos de corpo e canal curto, elevando então o desempenho e a confiabilidade. A profundidade da junção é reduzida para aproximadamente 0,75 μm por meio de arsênico de lenta difusão, como agente de dopagem da região dreno-supridouro. A baixa profundidade das junções provoca a elevação da velocidade, pela redução da capacitância periférica de junção e da capacitância Miller da região porta-dreno, e provoca também a elevação da densidade, por permitir um menor espaçamento entre difusões.

Os princípios de redução são também aplicados aos eletrodos de porta polisilício, que formam as regiões de difusão do dreno e da porta auto-alinhados. As portas estreitas (3,5 μm) de polisilício dos dispositivos H-MOS elevam o ganho do dispositivo e aumentam ainda mais a velocidade de operação e a densidade do circuito. As portas estreitas, entretanto, formam-se ao custo de requerimentos mais severos nos controles fotolitográficos e de gravação, necessários para evitar uma grande variação nos comprimentos do canal elétrico do dispositivo.

Finalmente, a estabilidade da tensão de limiar dos dispositivos H-MOS é mantida, para os dois tipos (enriquecimento e deplexão), pelo emprego de uma região de canal implantada por íons, juntamente com o substrato de alta resistividade. Esse procedimento de implante controla a tensão de limiar com grande precisão e permite que tal tensão seja otimizada independentemente da dopagem do substrato.

Felizmente, provou-se ser possível realizar todos estes avanços tecnológicos com H-MOS dentro de um período de tempo relativamente curto (um ano, aproximadamente), sem afetar a capacidade de se fabricar os dispositivos a custos razoáveis. H-MOS é também flexível o suficiente para ser aplicada em uma grande variedade de projetos de circuitos, mantendo sua alta velocidade, dimensões reduzidas e baixo consumo.

Ao contrário da tecnologia V-MOS e da lógica de injeção integrada (integrated injection logic — $I^2L$), que pedem novas técnicas de circuito para torná-las aplicáveis a projetos lógicos de memórias dinâmicas e de integração em larga escala, a tecnologia H-MOS pode ser diretamente aplicada ao inteiro espectro de produtos.

Na realidade, o processo já resultou em uma família de RAMs estáticas (a memória 2115A, de 1 kbits e a 2147, de 4 kbits), que oferece à indústria o melhor produto velocidade-potência, comparada a qualquer outra memória. E existe uma série de trabalhos em curso, com a finalidade de aplicar a tecnologia H-MOS em uma família de microprocessadores de 16 bits e alto desempenho, em uma enor-

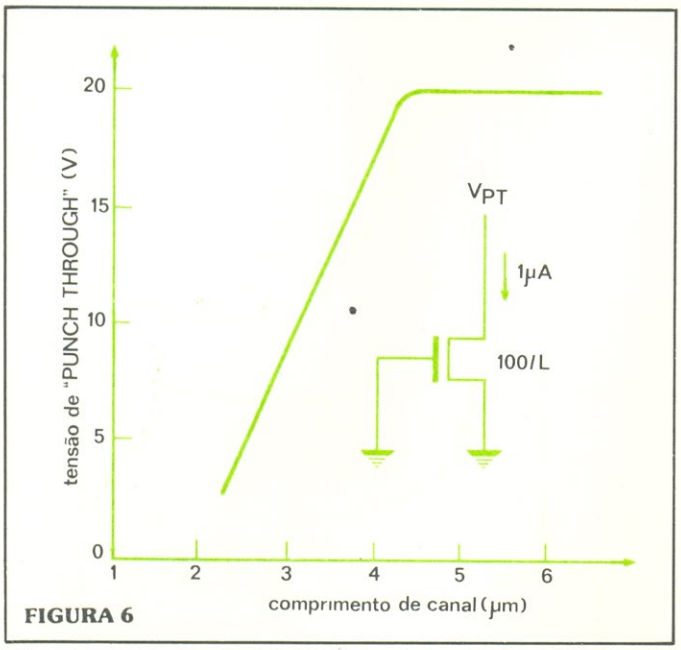



**FIGURA 6**

**Garantindo a tensão de «punch-through»** — Nos dispositivos MOS de canal curto, a tensão de «punch-through» cai a um nivel que poderia originar grandes correntes de fuga e problemas no circuito. A solução é manter o comprimento do canal na faixa dos 4 um e cuidar para que a camada de óxido da porta seja fina.

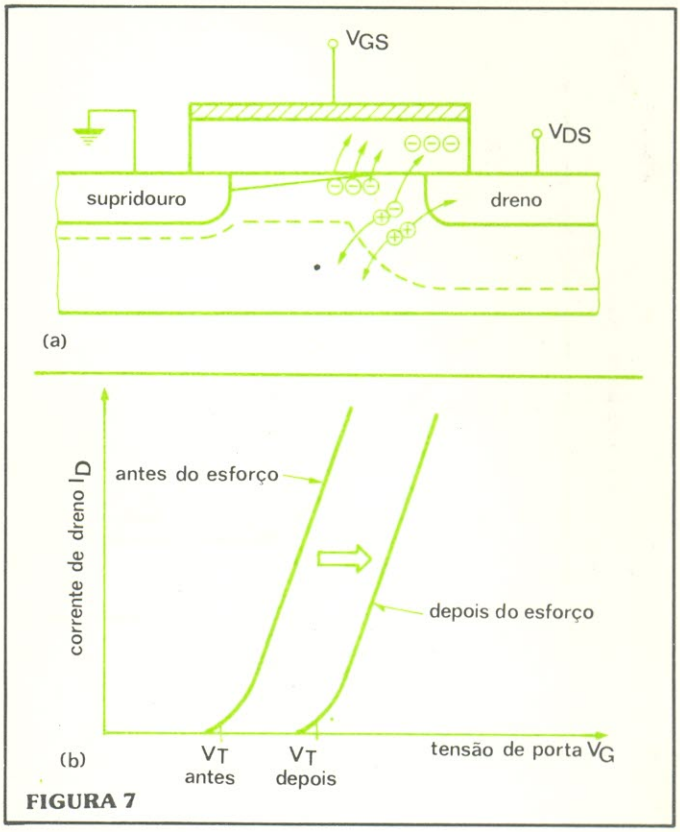



**FIGURA 7**

**O efeito dos elétrons aprisionados** — A quantidade de carga que pode ser aprisionada no óxido da porta, em dispositivos de canal curto (a), é tanta, que chegaria a causar um desvio permanente na tensão de limiar (b). Tal desvio poderia causar um problema de confiabilidade nesses dispositivos; isto, porém, pode ser minimizado pelo cuidadoso processamento do óxido e pela redução da tensão de alimentação.

me variedade de integrados periféricos complexos, em RAMs dinâmicas de 16 e 65 kbits, em memórias ROM (read-only memories) de alta densidade e, ainda, ROMs programáveis e apagáveis.

A habilidade de aperfeiçoamento é uma característica muito importante da tecnologia H-MOS. Na verdade, H-MOS é apenas o primeiro passo nessa direção. Com o desenvolvimento das técnicas de fotolitografia, a redução direta poderá ser utilizada para otimizar ainda mais o produto velocidade-potência e a densidade.

### Além da teoria de primeira ordem

À medida que os dispositivos são reduzidos, a teoria de redução diz, idealmente, que eles devem manter as mesmas características qualitativas. Mas, na realidade, os fenômenos de segunda ordem tornam-se significantes, e alguns deles afetam o projeto de circuitos, enquanto outros estão envolvidos com a confiabilidade, mas todos devem ser considerados e compreendidos, para assegurar que H-MOS é um processo útil e seguro.

Basicamente, todos os efeitos de segunda ordem ocorrem por dois motivos: em primeiro lugar, à medida que as dimensões sofrem reduções enquanto uma tensão constante é mantida (5 volts), o campo elétrico médio é aumentado e este campo ativa vários efeitos de segunda ordem. Segundo, as bordas de um dispositivo diminuto estão de tal modo próximas entre si, que os campos elétricos não ideais nessas bordas afetam significativamente seu desempenho.

Um dos efeitos de segunda ordem tem influência sobre a tensão de limiar, que, para as geometrias menores, torna-se uma função do tamanho do dispositivo. Como se vê na figura 4a, para os canais mais curtos, com menos de 5 μm de comprimento, as regiões de deplexão da junção, em torno do dreno e do supridouro, tendem a sustentar parte da carga de impureza ionizada que a tensão de porta iria manter, o que reduz a tensão de limiar. Por outro lado, para os canais de menor largura (figura 4b), a carga ionizada adicional criada pelos campos elétricos vizinhos às extremidades do dispositivo possui a tendência de aumentar a tensão de limiar. Tais efeitos irão tornar os pequenos dispositivos mais sensíveis ao controle de processos.

Há ainda o fato de que, em dispositivos de canal curto, as características de isolação entre o dreno e o supridouro podem afetar a operação. Aterrando a porta e o supridouro de um dispositivo tipo enriquecimento (enhancement), o dreno deve ser capaz de resistir a uma certa tensão positiva e ainda apresentar um certo valor nominal de fuga; em transistores de alto desempenho, esta corrente de fuga pode ter várias origens, mas, para a tecnologia H-MOS, o fator limitador é o fenômeno chamado «punch-through» de segunda porta (figura 5a). Nesse caso, as linhas do campo elétrico que emanam da junção do dreno, chegam até a «interface» óxido-silício do canal; aqui, o dreno age como uma segunda porta, indesejada, e inverte o canal, por trás, tornando o dispositivo mais sensível aos efeitos de «punch-through».

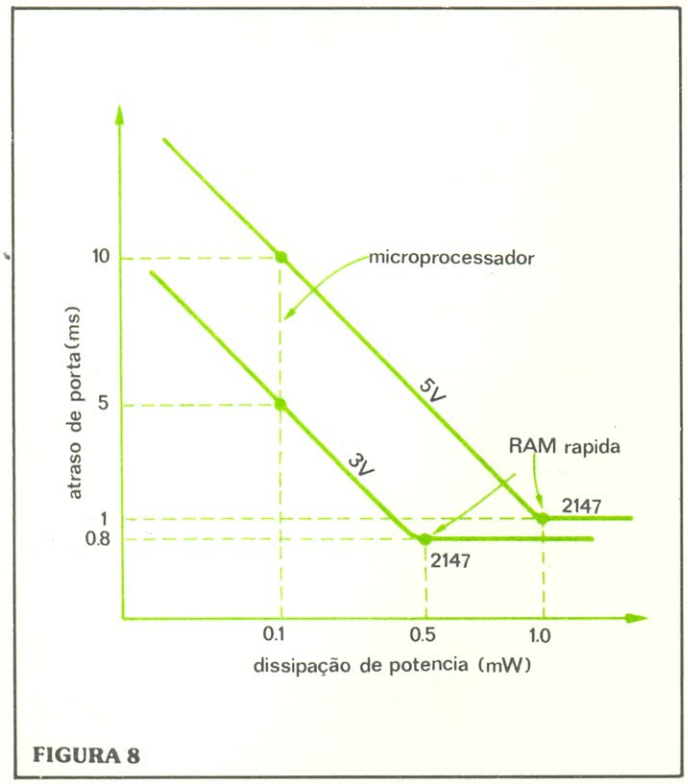



**FIGURA 8**

**Uma alteração na tensão de alimentação** — Levando a tensão de alimentação de 5 para 3 V, consegue-se uma significante melhora na velocidade e no consumo dos circuitos MOS, especialmente em dispositivos reduzidos. O resultado é mais visivel nos microprocessadores, onde uma redução de 2 V nessa tensão reflete como uma duplicação do desempenho.

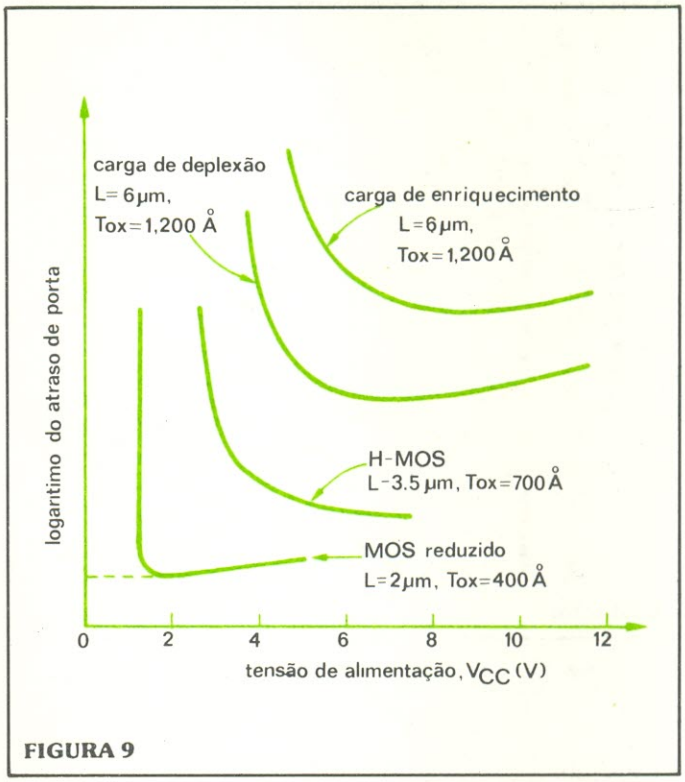



**FIGURA 9**

**Beneficiando o desempenho** — À medida que a tecnologia MOS é aperfeiçoada e seus dispositivos tornam-se cada vez melhores, a necessidade de menores tensões de alimentação é mais urgente. Para canais de 2 um de comprimento, uma alimentação de 3 V fornece atrasos ótimos de porta e plena confiabilidade no processo.

O problema para os dispositivos de canal curto reside no fato de que a tensão de «punch-through», ocasionada pelo efeito de mesmo nome, é uma função linear do comprimento do canal (figura 6). Quanto mais curto é o canal, menor é a tensão responsável pelo «punch-through» e, portanto, mais suscetível é o componente à corrente de fuga. No caso de H-MOS, contudo, este problema é contornado ao se manter um canal suficientemente longo e ao se reduzir a espessura do óxido, já que uma camada mais fina evita inversões indesejadas, pelo acoplamento capacitivo mais perfeito do potencial de superfície ao eletrodo de porta, aterrado.

Um outro efeito de «punch-through» ocorre, de acordo com a figura 5b, quando o campo elétrico originado no dreno atinge a fonte e polariza diretamente a junção, criando um fluxo de corrente; isto é similar ao que acontece em transistores bipolares. Mas, esta tensão de «punch-through», que é proporcional a $L^2$, representa um fator limitador somente em dispositivos menores que os usados atualmente na tecnologia H-MOS.

### Ionização por impacto

Uma outra fonte de fugas é a ionização por impacto, cujos efeitos estão ilustrados na figura 7a. A tensões de dreno muito elevadas (20 V), as junções sofrem avalanche, em todos os comprimentos de canal maiores que 4 µm. Porém, mesmo em tensões de dreno significativamente menores (5 V), usadas em H-MOS, uma fraca ionização de impacto pode ocorrer, quando houver um fluxo de corrente através do canal. Ativada por campos elétricos elevados, a ionização por impacto dá origem a uma população de elétrons e buracos com uma quantidade de energia bem maior que a verificada em elétrons normais do canal. Os buracos fluem para o substrato e introduzem uma pequena carga na alimentação de polarização reversa.

Alguns dos elétrons possuem energia suficiente para serem injetados no óxido da porta, como se vê na fig.7a, onde criam uma corrente ou são aprisionados. Esses elétrons aprisionados causam um deslocamento tensão de limiar (figura 7b) — um deslocamento que poderia introduzir problemas de confiabilidade em canais menores que 4 um.

Por fim, existe o aumento na capacitância de interconexão, induzido pelos campos elétricos dos extremos. Este efeito parasita ocorre devido a algumas das mesmas razões associadas à elevação da tensão de limiar por causa dos canais estreitos — uma estreita faixa de metal, sobre a extensa área do plano de terra, possui uma superfície efetiva maior e, portanto, uma maior capacitância parasita, que parte dos campos vizinhos a suas extremidades.

Felizmente, o único possível problema quanto à confiabilidade, trazido à tona pela teoria de segunda ordem — o aprisionamento de elétrons injetados no óxido da porta — provou não afetar os dis-

**Onde H-MOS é a melhor**

Os três métodos MOS que visam um alto desempenho são H-MOS, V-MOS e Silício sobre Safira. Como se pode notar pela tabela anexa, tanto H-MOS como V-MOS, em seu atual estágio, apresentam um produto velocidade-potência de 1 picojoule.

A tecnologia V-MOS, em princípio, possui uma melhor densidade de encapsulamento, mas paga por essa apresentação compacta com um processo mais complexo. V-MOS, ainda, produz dispositivos assimétricos, que podem ser utilizados em um só sentido, de tal modo que as configurações da lógica de integração em larga escala são muito mais difíceis de se obter do que com a tecnologia H-MOS.

SOS (silicon-on-sapphire - silício sobre safira), por outro lado, possui o melhor produto velocidade-potência; mas esta técnica requer um substrato que resulta ser de seis a sete vezes mais dispendioso, e isto parece justificável apenas para aplicações de microprocessadores, que não requerem uma operação nos limites de alta velocidade da curva velocidade-potência.

A principal vantagem da tecnologia H-MOS sobre a V-MOS, hoje em dia, está no processo direto de redução, que permite atingir um maior desempenho e uma maior densidade, a um custo menor. O desempenho esperado em 1980, para os dispositivos MOS reduzidos (canais de 2 um), está na tabela — é de aproximadamente cinco vezes melhor que a da atual tecnologia.

**Comparação entre três tecnologias MOS**

| Parâmetro | H-MOS 1977 | H-MOS reduzido-1980 | V-MOS 1977 | SOS 1977 |
|---|---|---|---|---|
| Densidade de distribuição (portas/mm$^2$) | 170 | 200 | 220 | 150 |
| Produto velocidade-potência (pJ) | 1 | 0,2 | 1 | 0,2 |
| Atraso de porta (ns) | 1 | 0,4 | 1 | 0,5 |
| Número de filmes | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Número de implantes | 3 | 3 | 3 | 2 |

positivos H-MOS, em sua presente forma. É verdade que os elétrons aprisionados tendem a elevar a tensão de limiar, e que uma elevação na tensão de limiar poderia causar uma degeneração na velocidade do circuito ou até mesmo impedí-lo totalmente de funcionar; mas, testes de «stress» acelerado sobre circuitos de memória H-MOS não revelaram sinais de degradação. De fato, medições adicionais em transistores individuais, mais um modelo físico para injeção de elétrons, mostram que os dispositivos H-MOS apresentarão um deslocamento total de limiar menor que 0,1 V, após 10 anos de «stress» (esforço) contínuo, nas condições de pior caso (a 0°C e $V_{DS}$ de 5,5 V).

O processamento cuidadoso do óxido da porta é em parte responsável por esses excelentes resultados, pois isto minimiza a densidade de locais de aprisionamento de elétrons. Além disso, vale a pena observar que os óxidos de porta desses dispositivos H-MOS de 5 V estão submetidos a menos esforço (stress) do que os óxidos das atuais RAMs dinâmicas de 12 V, pois uma tensão de 5 V aplicada a um óxido de 700 angstrons de espessura provoca um campo elétrico menor que o ocasionado por 12 V, aplicados aos óxidos padrão atuais de 1000 angstrons de espessura.

Mesmo sabendo que a redução dos dispositivos usados em H-MOS, para melhorar o desempenho da tecnologia MOS, promete muito para o futuro, deve-se respeitar uma condição, se quisermos que todo o seu potencial seja aproveitado; essa condição é a redução da tensão de alimentação.

A tabela II mostra que, para garantir o sucesso desta técnica, as tensões de alimentação deverão estar situadas na casa dos 2 a 4 V, por volta de 1980, para os dispositivos de 2 µm. Como atualmente todas as tensões são mantidas ao nível de 5 V da técnica TTL, pelo menos, esta tensão de alimentação mais baixa para os futuros dispositivos MOS precisa ser aceito pelos usuários de circuitos integrados.

Existe, é claro, uma alternativa para os usuários que se recusam a aceitar tensões baixas nos sistemas; a solução para eles é a utilização de conversores para transformar essas tensões mais baixas nos níveis mais elevados de TTL, ou o emprego de duas fontes de alimentação. Mas, ambas as soluções são temporárias.

### A chave para o futuro: menores tensões de alimentação

O fato é que uma tensão de alimentação menor eleva consideravelmente a confiabilidade dos dispositivos de pequena área, enquanto aumenta bastante seu desempenho. A confiabilidade cresce graças ao fato de que as tensões mais baixas significam maior tolerância à tensão de «punch-through» menor e, ao mesmo tempo, provoca campos elétricos bem mais fracos na região do canal. Este segundo motivo reduz o risco de aprisionamento de carga no óxido da porta, que poderia alterar a estabilidade do circuito, a longo prazo.

A melhora no desempenho é ainda mais formidável; para as memórias RAM e para os microprocessadores (figura 8), só o impacto causado por um melhor produto velocidade-potência já seria suficiente para compensar a mudança de tensão de alimentação de 5 para 3 V.

Para as RAMs, que trabalham no ponto de saturação da curva velocidade-potência, uma tensão de alimentação mais baixa iria reduzir o consumo em 60%, mantendo a velocidade no mesmo valor. Esta redução no consumo torna-se extremamente importante quando a densidade do integrado sobe para 65.536 e 262.144 bits, já que existe um acordo comum de que, para uma operação confiável, a dissipação em potência por encapsulamento deve ser mantida abaixo de 1 watt.

Quanto aos microprocessadores, que operam em uma região bem afastada do ponto de saturação da curva velocidade-potência, eles podem tirar o máximo proveito de uma considerável elevação de velocidade, para uma determinada dissipação em potência. Um microprocessador de 3 V, por exemplo, poderá operar ao dobro da velocidade de um dispositivo similar, de 5 V.

A maneira como a tensão de alimentação afeta os vários processos MOS, desenvolvidos ao longo dos anos, aparece na figura 9, e novamente, a necessidade de menores tensões torna-se evidente. Realmente, na versão de 1980, reduzida, de dispositivos MOS (comprimentos de canal de 2 µm e espessuras de óxido de 400 angstrons), uma fonte de alimentação fornecendo de 2 a 4 V, tornará possível a obtenção de atrasos de porta iguais à metade dos atuais, verificados em dispositivos H-MOS, funcionando com 5 volts.

# transiente

**comércio de aparelhos elétricos e eletronicos ltda.**

## CURITIBA - PR

**av. sete de setembro, 3664**
**fone: 24-7706**

# *Montamos para você ...*

*um departamento de*

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Consulte-nos a respeito de qualquer dúvida sobre a montagem dos Kits.

A seu dispor,

Equipe Técnica da FILCRES

**PERFURADOR DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO**

Fura com perfeição, rapidez e simplicidade, seja fenolite ou epóxi, não trinca.
Em 2 modelos

Modelo PP-1 para 3 tamanhos de furos (0,9-1-1,5 e 3 mm)

Ideal para estudantes, laboratórios, experiências e também para produções em sóries.

Modelo PP-2 para furos de 1 ou 1,5 mm

**SUPORTE PARA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO**

Torna o manuseio das placas bem mais fácil e racional.
É todo regulável.
Em 2 modelos.

**SUPORTE PARA FERRO DE SOLDAR DE ATÉ 50 w**

Coloca mais ordem e segurança na mesa de trabalho.

A esponja limpadora (Cleaning sponge) mantém a ponta do ferro sempre limpa

**SUGADOR DE SOLDA**

A ferramenta do técnico moderno.
Indispensável na remoção de componentes eletrônicos.
Em várias opções.

**FONTE ESTABILIZADORA D**



Entrada de 110/220 v
saídas fixas e ajustáveis de 1,5 a 12 VDC
Corrente de saída de 1 A
Proteção interna contra curto circuito.

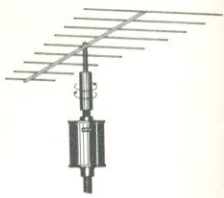
**DESSOLDADOR AUTOMÁTICO**

A solução p/ remoção de circuitos integrados. Ele derrete a solda e ao simples toque de botão faz a sucção.
Silencioso, ótimo p/ assist. técnica e linhas de montagem.

**DESSOLDADOR MANUAL**

Eficiência a baixo custo. Remove circuitos integrados e outros componentes.
Resistência de 50 w em 110 ou 220 VAC.

**ROTOR DE ANTENA EXTERNA PARA TV**



A solução final para o problema de regulagem de antena. Cada canal terá posicionada a antena para captar a melhor imagem, ao simples toque de botão.
Técnica super avançada.
Instalação facílima.
Serve para antenas novas ou já instaladas.
Garantia de 6 meses

**INJETOR DE SINAIS**

Mede apenas 11 cm. Funciona com 1 pilha pequena. Para localização de defeitos em rádios, amplificadores, gravadores, som de Tv, e quaisquer outros parelhos sonoros.

**TRAÇADOR DE SINAIS**

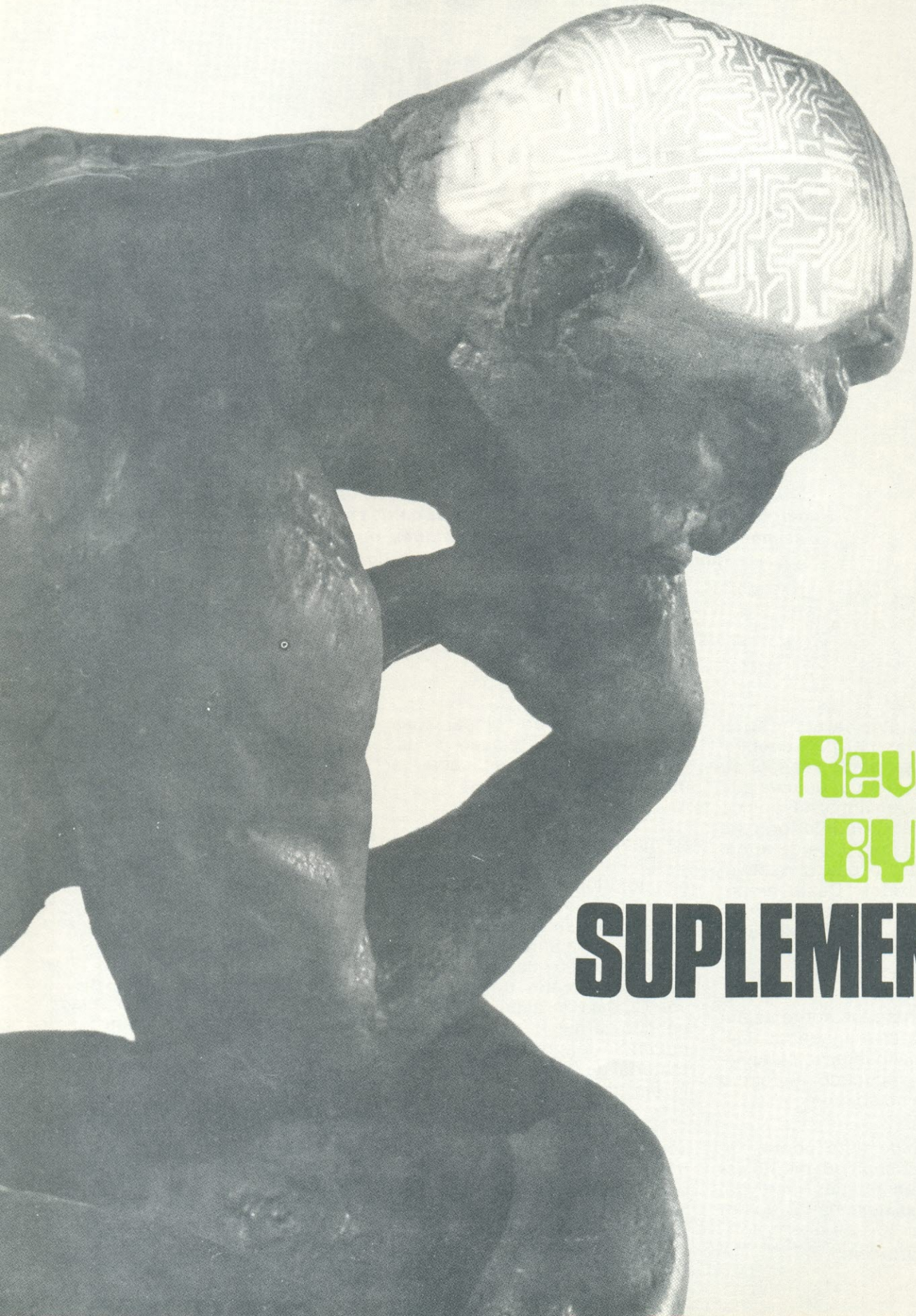
O maior quebra galho do técnico reparador. Localiza com incrível rapidez defeitos em rádios de pilha, válvula, e outros aparelhos sonoros.
Em 3 opções.

**SOLICITE NOSSOS CATÁLOGOS**

**À VENDA EM TODO BRASIL**
Produtos da **CETEISA**
Rua Senador Flaquer n.º 292
Santo Amaro - São Paulo - CEP 04744
Fones: 548-4262 - 246-2996 e 247-5427

Vendas por reembolso postal pela:
**ATLAS - COMPONENTES ELETRÔNICOS LTDA.**
Av. Lins de Vasconcelos n.º 755
Cambuci - São Paulo - CEP 01537

***Sistema terminal de vídeo TTV 3216:*** *A quinta e última parte da série, referente à montagem completa do sistema, será publicada na ocasião em que o kit já estiver disponível aos leitores interessados. Aguardem!*



Revista
BYTE
# SUPLEMENTO

# O que são as "bulk memories"?

***«Bulk memories» ou memórias de grande capacidade, são dispositivos, como seu próprio nome já diz, com uma elevada capacidade de armazenagem de informações, e cujo objetivo são as memórias de computadores e microcomputadores, em substituição às velhas memórias de núcleos, tambores ou discos magnéticos.***
***Seus representantes principais são as memórias tipo CCD (charge coupled devices, ou dispositivos de cargas acopladas) e as memórias tipo «bubble» (bubble memories, ou memórias «bolha»), que serão descritas neste artigo.***

A principal característica das memórias CCD e «bubble» não é seu tempo de acesso, ou seja, o tempo requerido para que os dados sejam armazenados ou recolhidos em seu interior, mas sim, a sua capacidade de armazenagem, em espaços relativamente reduzidos. Deste modo, elas perdem para as memórias semicondutoras em rapidez, mas saem ganhando na densidade de informações armazenadas.

Suas vantagens sobre as antigas memórias magnéticas residem, principalmente, no pouquíssimo espaço ocupado, no tempo de acesso e no consumo.

Esclarecido este ponto, vamos analisar separadamente essas duas tecnologias, para depois juntá-las novamente, ao fim do artigo, fazendo comparações entre elas e em relação às demais tecnologias aplicadas a memórias.

**As memórias CCD**

Estas memórias são formadas por elementos semicondutores, mas não necessitam de junções em sua estrutura, como as demais memórias semicondutoras (veja o quadro «princípio de funcionamento dos dispositivos CCD»). Os dados, neste caso, são cargas elétricas que circulam ao longo da estrutura do material de forma seriada, ou seja, em «fila».

A inexistência de junções confere a estas memórias a tremenda redução em suas dimensões; as células de armazenagem das memórias CCD ocupam uma área equivalente a 0.16 $mil^2$, muito inferior à área normalmente ocupada pelas células de outras memórias, constituídas quase sempre por um transístor, de 1 $mil^2$ (mil equivale a 1 milésimo de polegada). Deste modo, uma memória de 65 000 bits, por exemplo, caberia numa «pastilha» (ou «chip», como se diz em inglês) de 30 000 $mil^2$, apenas (3,5 × 5 mm).

Há um certo problema que afeta as memórias CCD: elas são voláteis, isto é, perdem a informação armazenada em suas células, se a alimentação lhes for retirada. Este problema pode ser resolvido com uma fonte independente de força, mas, em geral, as memórias CCD são empregadas onde se requer armazenagem de dados por curtos períodos de tempo.

É importante considerar a organização interna das memórias CCD. De acordo com a figura 1, há três formas de organização para esses dispositivos: síncrona, série-paralelo-série e RAM com linhas endereçáveis.

A organização síncrona, onde os dados movem-se simplesmente de uma célula a outra, por um caminho tipo «serpentina», é o método mais rápido e mais fácil de se construir; mas, conforme a tabela I, é a que tem o maior consumo, também.

Outras memórias CCD utilizam o método série-paralelo-série. Neste caso, linhas paralelas de dados movem-se simultaneamente em direção a um detector de fim de linha, o que reduz o tempo de acesso; entretanto, é uma distribuição difícil de se confeccionar e, além disso, é a que mais consome, pois existe um número maior de células operando ao mesmo tempo.

Finalmente, a organização de acesso a linhas, na qual cada linha de dados é alcançada aleatoriamente, é a mais rápida e de consumo reduzido.

As memórias CCD encontram aplicação em «buffers» de terminal, em terminais inteligentes, chaveamento eletrônico em sistemas de comunicação de dados e em qualquer outra aplicação onde as memórias seriadas têm sua utilidade.

**As memórias «bubble»**

Devido às suas características, as memórias «bubble» têm uma organização seriada, como as memórias CCD. Deste modo, seu tempo de acesso depende do número de locais armazenadores em um caminho seriado e também da máxima freqüência externa de deslocamento.

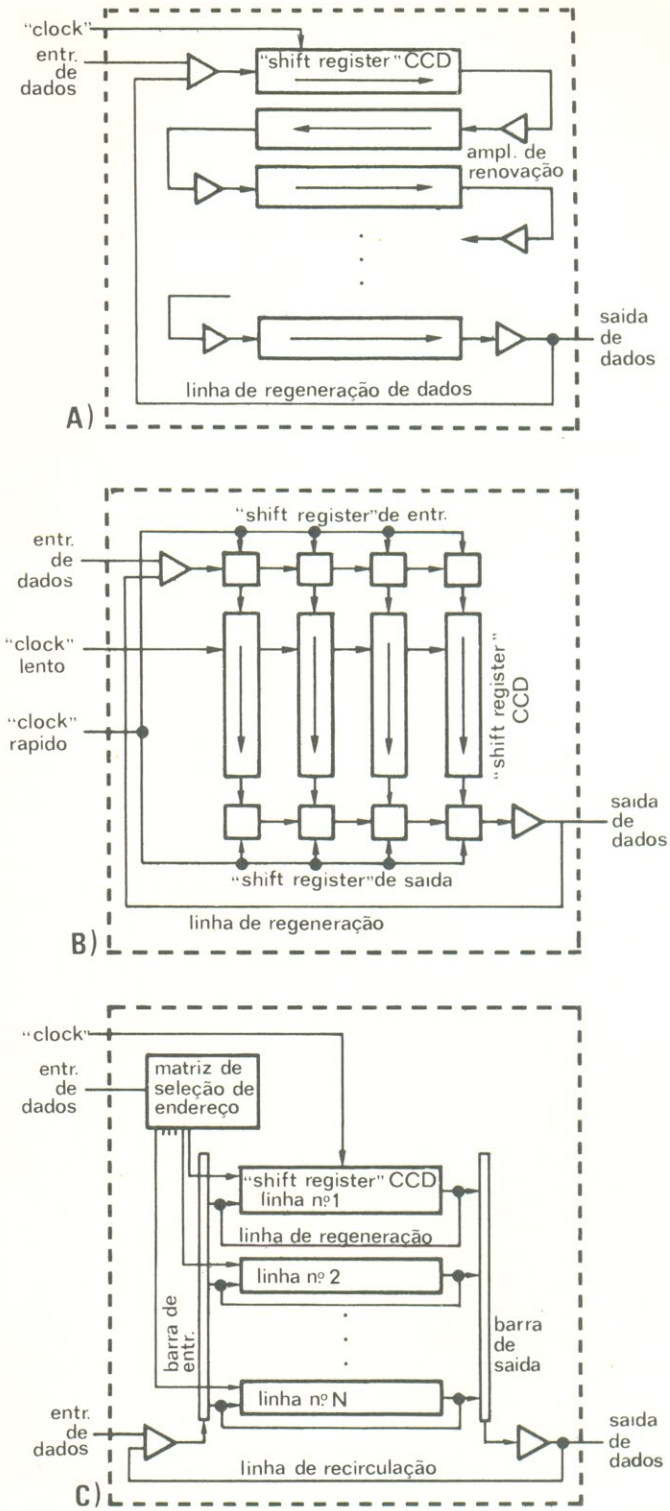



**FIGURA 1**

Mas, ao contrário das memórias CCD, as memórias «bubble» não são voláteis, isto é, a informação retida em seu interior não é perdida, nem mesmo se a alimentação for retirada. Na verdade, as informações introduzidas em uma memória «bubble» podem ser guardadas durante anos a fio.

A organização de uma memória «bubble» de aproximadamente 100 kbits pode ser vista na figura 2. Basicamente, ela consiste em uma distribuição laço principal/laços secundários de magnetização; o laço maior retém um único bloco de dados, composto por «1s» e «0s» (presença ou ausência de «bolhas»), que podem ser escritos na memória, lidos, apagados ou duplicados.

TABELA 1

**Organização das memórias CCD**

| Característica | Serpentina | Série-paralelo-série | RAM com linhas endereçáveis |
|---|---|---|---|
| Capacidade (bits) | 16 384 | 16 384 | 16 384 |
| Organização | 256 × 16 × 4 | 4 096 × 4 | 128 × 32 × 4 |
| Tempo de acesso (a 5 MHz) | 51,2 µs | 819,2 µs | 25,6 µs |
| Consumo (mW) | 400 | 150 | 250 |
| Faixa de temperaturas (°C) | 0 — 85 | 0 — 70 | 0 — 55 |
| Área relativa do «chip» | 1,0 | 0,9 | 1,1 |

No dispositivo da figura 2, particularmente, o bloco de dados contém 157 bits de dados. Durante o ciclo de escrita, os 157 bits penetram, primeiramente, no laço maior, a partir do qual serão transferidos, a um certo sinal, para os 157 laços menores, sendo que cada laço receberá um bit.

Cada laço pequeno tem uma capacidade para 641 «bolhas»; desta maneira, a capacidade total do dispositivo será de 641 × 157, ou seja, 100 637 bits.

Durante a operação de leitura, os 157 bits são transferidos simultaneamente, a um certo sinal, dos laços menores para o laço principal, que os leva, então, até a cabeça de leitura.

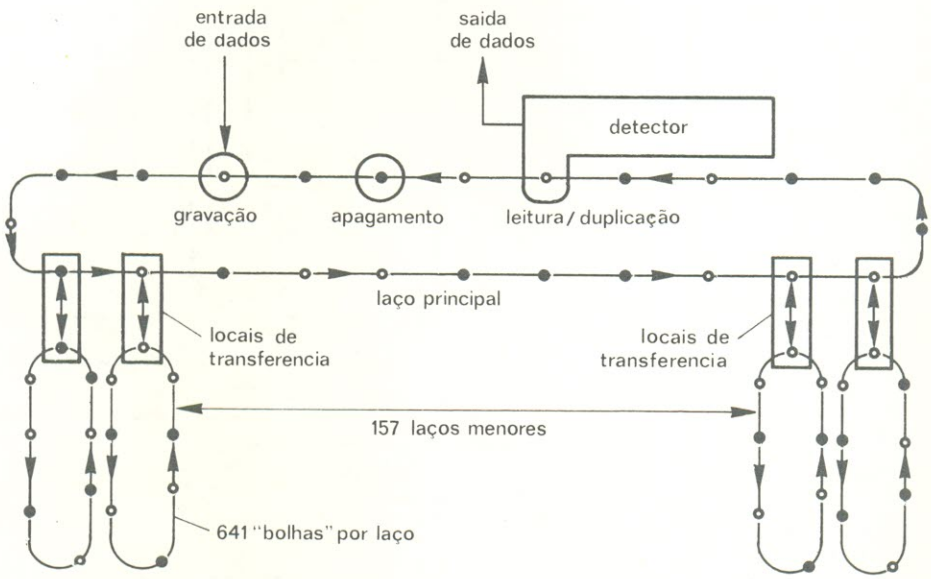



**FIGURA 2**

TABELA 2

**Perspectivas para as memórias «bubble»**

| Características | 1976 | 1978 | 1980 |
|---|---|---|---|
| Dimensão da «bolha» (µm) | 4 — 6 | 2 — 3 | menor que 1 |
| Densidade (bits/pol$^2$) | $10^2$ | $10^7$ | maior que $10^8$ |
| Ritmo de dados (MHz) | 0,1 — 0,25 | 1 | maior que 1 |
| Tempo de acesso (ms) | 10 | 1 | menor que 1 |
| Capacidade do módulo (bits) | $10^6$ | $10^8$ | $10^9$ — $10^{10}$ |

Na tabela II, estão reunidos alguns dados essenciais sobre as memórias «bubble», inclusive com previsões para o futuro.

A principal aplicação das memórias «bubble» reside na substituição das memórias à base de fitas e discos magnéticos, convencionais, exibindo uma capacidade de armazenagem entre 1 e 10 milhões de bits.

**Uma comparação com as demais tecnologias**

No gráfico da figura 3 vemos uma compração, a grosso modo,

**O princípio de funcionamento dos dispositivos CCD**
*(Fonte: revista Nova Eletrônica n.º 3, pág. 286)*

Normalmente, os dispositivos semicondutores manipulam os sinais modulando-os sob a forma de correntes elétricas; os dispositivos CCD, por sua vez, fazem com que os sinais sejam representados por agrupamentos de cargas elétricas (que, na prática, são chamados de «pacotes de cargas»). Assim, o funcionamento desses elementos se baseia na transferência de «pacotes de carga».

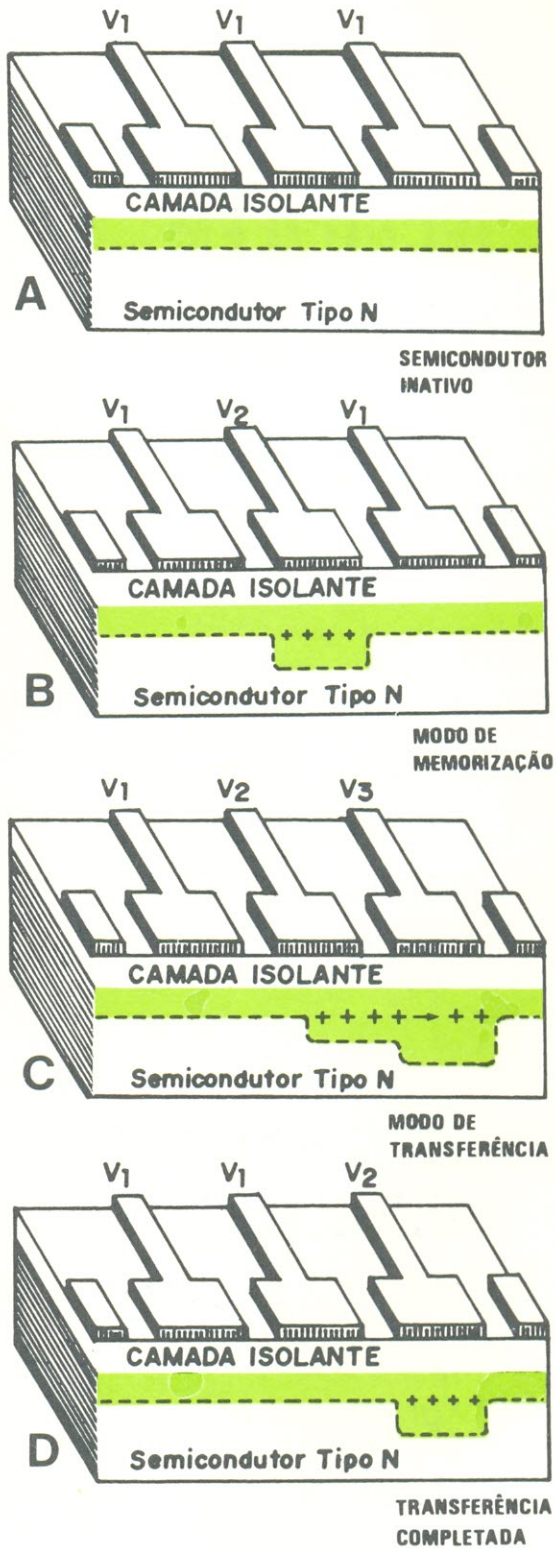
Quando dizemos «transferência de cargas» ou «acoplamento de cargas», estamos nos referindo ao deslocamento de um agrupamento de cargas elétricas móveis (que representa o sinal), de um elemento armazenador para outro, similar e adjacente, na estrutura CCD. Esses elementos armazenadores são chamados de **poços de potencial** e aparecem no elemento sob eletrodos submetidos a níveis de tensão determinados; os níveis de tensão, criados por uma freqüência externa aplicada ao dispositivo CCD, são os responsáveis, como veremos, pela transferência da carga elétrica de um poço de potencial para outro.

Na figura, está representado um segmento de um dispositivo CCD, em escala ampliada, onde se pode observar suas três partes principais: o substrato de silício, tipo P ou N, a camada MOS isolante e os eletrodos metalizados.

Tomando como exemplo um dispositivo com substrato tipo N e, aplicando ao mesmo uma certa tensão negativa, obteremos, em conseqüência, uma camada de deplexão uniforme, sob os eletrodos (desenho A). Para fazer com que o dispositivo CCD esteja apto a armazenar cargas, deve-se aplicar, a um dos eletrodos, uma tensão mais negativa (V2) que aquela aplicada ao substrato, dando origem a uma camada de deplexão mais profunda naquele local, que é o que se denomina poço de potencial (desenho B).

O dispositivo pode, agora, receber e armazenar cargas. Para se deslocar a carga de um eletrodo a outro, uma tensão ainda mais negativa (V3) deve estar presente ao eletrodo adjacente, a qual vai causar o aparecimento de um poço de maior potencial, para onde serão atraídas as cargas (desenho C).

Transferida a carga, as tensões voltam à condição do desenho B, exceto pelo fato de que se moveram de um eletrodo (desenho D).




**O princípio de funcionamento das memórias «bubble»**

O meio armazenador de uma memória «bubble» consiste em uma película finíssima de um tipo de silicato magnético. Esse material possui, em seu estado natural, domínios magnéticos (magnetic domains) sob a forma de faixas.

Quando um campo magnético externo é aplicado ao material, os «domínios» se contraem, sob a forma de cilindros, que se parecem e se comportam como bolhas, quando examinados por cima, ao microscópio.

A conversão destas «bolhas» em informação requer a utilização de dois processos, basicamente: primeiro, na parte superior do silicato grava-se, fotolitograficamente, um circuito de Permalloy (liga de ferro e níquel com elevada permeabilidade magnética), numa distribuição parecida com pistas de estrada de ferro — ou seja, formando barras e cruzamentos em «T» — com a finalidade de controlar o movimento das «bolhas magnéticas».

Segundo, em um campo magnético rotativo, as «bolhas» são atraídas alternadamente para os «Ts» e para as barras da pista. Assim, a presença ou a ausência de uma «bolha» pode representar um bit de informação, isto é, o nível «1» ou o nível «0», respectivamente.

Quando é movida nas proximidades de um elemento sensor, a «bolha» produz um sinal similar à saída de uma fita, disco ou tambor magnético.

# TÉCNICO EM ELETRÔNICA

- Aulas práticas desde o início
- Laboratórios especializados
- Atualização constante
- Som, audio - amplificação
- Curso de lógica digital
- Tecnologia avançada
- Microprocessadores TTL – MOS

UM CURSO PARA QUEM GOSTA DE PESQUISAR E ESTUDAR.

o melhor método
o melhor ensino
o menor custo

# COLÉGIO BATISTA BRASILEIRO

TRADIÇÃO DE BOM ENSINO

- Pré
- 1º grau
- 2º grau em exatas, humanas e biomédicas

**Rua Dr. Homem de Melo, 537 - Perdizes**
**Tel. 262-5466 - São Paulo**

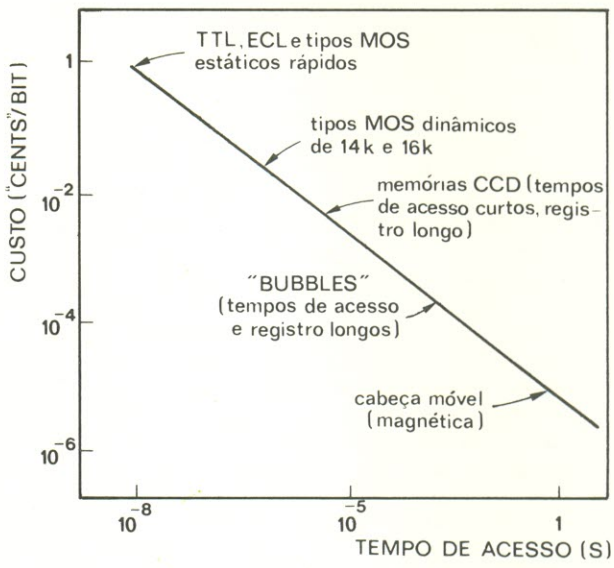




**FIGURA 3**

entre as tecnologias aplicadas às memórias. Vê-se, de imediato, o que foi dito no início deste artigo: que as memórias vistas não são páreo para as memórias MOS, muito mais rápidas. Mas, por outro lado, vimos, no decorrer do texto, que ambas são a alternativa ideal quando se necessita de grande capacidade de armazenagem.

Pode-se notar, também, uma diferença fundamental entre as áreas de aplicação das memórias CCD e das memórias «bubble»: enquanto as memórias CCD vieram completar um vácuo na escala de memórias (entre as mais rápidas, de tecnologia MOS, e as magnéticas), as memórias «bubble» têm por objetivo substituir os tipos já existentes de memórias magnéticas.

Na verdade, as «bubble» são mais confiáveis, pois não possuem peças móveis, exibem um tamanho bem reduzido, assim como o consumo, e podem operar ao longo de uma faixa mais extensa de temperatura.

As do tipo CCD, por sua vez, oferecem um menor consumo, sistemas reduzidos e prometem um preço menor.

LANGUAGES

LINGUAGGI

LENGUAJES

LANGUAGES

リングワジェン

# LINGUAGENS

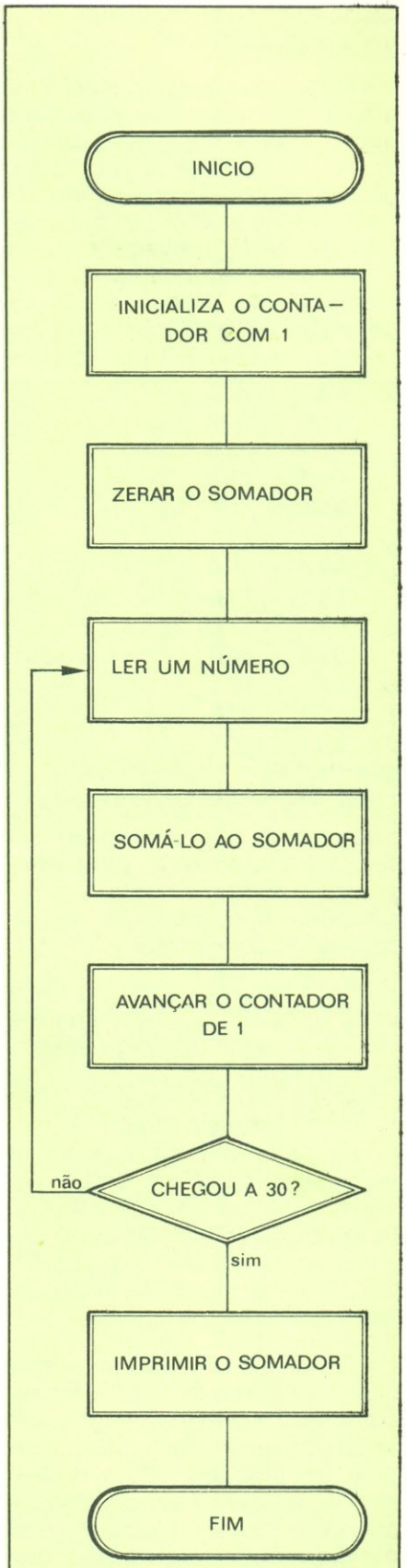
1.ª LIÇÃO
GERALDO COEN

## LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

**Microcomputadores** — Cada vez se fala mais destes dispositivos que fazem de tudo, circuitos complexíssimos em um só «chip», circuitos ditos inteligentes. Com um microcomputador pode-se construir sistemas elaborados, controles de qualquer tipo, pode-se simular qualquer circuito lógico.

Qual é o segredo destes dispositivos poderosos? Como se consegue com eles realizar uma variedade infinita de projetos? O segredo está na **programação**. O microcomputador efetua operações determinadas por um programa que está contido em sua memória. Muda-se o programa e o microcomputador muda de função. A «alma» do microcomputador é o programa, o chamado «software».

Portanto, desenvolver um sistema baseado em microcomputador significa desenvolver um ou mais programas. Devemos aprender a programar. Este foi o objetivo do curso publicado em Nova Eletrônica: «Programação de Microcomputadores». Naquele curso aprendemos a




**Soma de trinta números**

**FIGURA 1**

programar o microcomputador mais popular, o 8080.

Mas, o que é programar? Programar é desenvolver os passos que o microcomputador deverá efetuar e escrever o programa, para depois carregá-lo na memória do sistema. O programa é escrito em uma **linguagem** que o microcomputador entenda. Programar é um processo que se desenvolve em três etapas: primeiro, formular uma solução para o problema; segundo, traduzir esta formulação para a linguagem adotada pelo microcomputador; terceiro, carregar o programa na memória.

| linha | endereço | instrução | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 000 | 006 | 001 | |
| 2 | 002 | 016 | 000 | |
| 3 | 004 | 333 | 007 | |
| 4 | 006 | 201 | | |
| 5 | 007 | 117 | | |
| 6 | 010 | 004 | | |
| 7 | 011 | 170 | | |
| 8 | 012 | 376 | 036 | |
| 9 | 014 | 302 | 004 | 000 |
| 10 | 017 | 171 | | |
| 11 | 020 | 323 | 010 | |
| 12 | 022 | 166 | | |

**O programa em linguagem de de máquina 8080** **FIGURA 2**

Programar é, portanto, usar uma linguagem, praticamente «falar» a linguagem do microcomputador.

## LINGUAGEM

Fala-se muito em linguagem de programação, em siglas estranhas como BASIC, ASSEMBLER, FORTRAN, COBOL. O objetivo deste artigo e dos seguintes é o de aprofundar a noção de linguagem de programação.

Em primeiro lugar, uma definição importante: todo microcomputador tem uma linguagem própria, que é chamada **linguagem de máquina**. Esta linguagem é definida pelo próprio fabricante. Fora esta, o microcomputador, por um processo que veremos abaixo, pode aceitar outras linguagens diferentes de sua própria.

Para entendermos melhor isto, vamos acompanhar a história do aparecimento das linguagens de programação

## O DESENVOLVIMENTO DAS LINGUAGENS

Quando surgiram os primeiros computadores, naturalmente começaram a ser desenvolvidos os primeiros programas. Um programa é composto de uma série de instruções, que serão efetuadas pelo computador.

Na figura 1, damos o diagrama de um programa muito simples, que faz o microcomputador ler trinta números e imprimir a soma deles.

Este programa curto nos servirá como exemplo. Observe que o programa é composto de um ciclo (loop), que é repetido trinta vezes; dentro deste ciclo, um número é lido, somado, e volta-se a ler. A cada vez, um contador é aumentado e testado, para verificar se já foi efetuado o ciclo de trinta vezes. Ao final, o somador é impresso. Antes de iniciar o ciclo, o somador é zerado e o contador de ciclos começa com o valor 1.

Na figura 2, temos o programa na linguagem do 8080. Não se assuste! É esta a linguagem que o computador entende. Depois de feito o diagrama, o programador teve que traduzir cada passo do programa, usando uma tabela com os códigos e os formatos das instruções do 8080.

Por exemplo, a linha 1 contém a instrução 006 001. 006 é o código da instrução que carrega um dado no registrador B, que será o contador de ciclos. 001 é o valor inicial do contador. Na linha 11, o código 323 indica que o valor calculado deve ser impresso no dispositivo número 8. É uma instrução de saída.

Observe, à esquerda das instruções, uma coluna com o endereço de cada instrução. O programador deve calcular estes endereços, para poder especificá-los nas instruções que fazem o computador repetir o ciclo: linha 9, o código 304 faz voltar à linha 3, caso o contador ainda não tenha chegado ao valor trinta.

O programador deve então escrever os códigos de instrução próprios do computador, deve calcular os valores na numeração do computador, que não é decimal (veja, na linha 8, o valor 036, que é o 30 decimal) e deve calcular os endereços das instruções.

Evidentemente, esta forma de programar é extremamente trabalhosa e sujeita a erros. É difícil, já para um programa de 12 linhas. Imagine o que seria programar em linguagem de máquina uma calculadora científica, cujo programa pode ter cerca de 2.000 instruções!

```
1.       MVI     B,1        ;inicializar o contador com 1
2.       MVI     C,0        ;zerar o somador
3.ciclo: IN      7          ;ler um número
4.       ADD     C          ;somá-lo ao somador
5.       MOV     C,A
6.       INR     B          ;avançar o contador de 1
7.       MOV     A,B
8.       CPI     30         ;comparar com 30
9.       JNZ     CICLO      ;se não chegou,repetir o ciclo
10.      MOV     A,C        ;imprimir o somador
11.      OUT     8
12.      HLT                ;parar
```

**FIGURA 3**

**O programa em Assembler 8080**

## ASSEMBLER

Logo no início do uso de computadores, em 1945/46, apareceu a idéia genial de usar o próprio computador para o tedioso trabalho de traduzir códigos. Afinal de contas, trabalhos repetitivos são próprios para máquinas, deixando para o homem a parte inteligente da criação.

A idéia era a seguinte: ao invés de escrever o código 201, o programador escreve «ADD», que lembra adição. Um programa especial lê as letras ADD e, através de uma tabela, traduz para o código 201. O programador não precisa mais decorar códigos, só precisa usar abreviaturas muito mais compreensíveis para ele. Além disso, ao invés de calcular com números binários ou octais, o programador escreve números decimais. O programa especial, chamado Assembler, converte estes números para o formato interno.

O processo de tradução

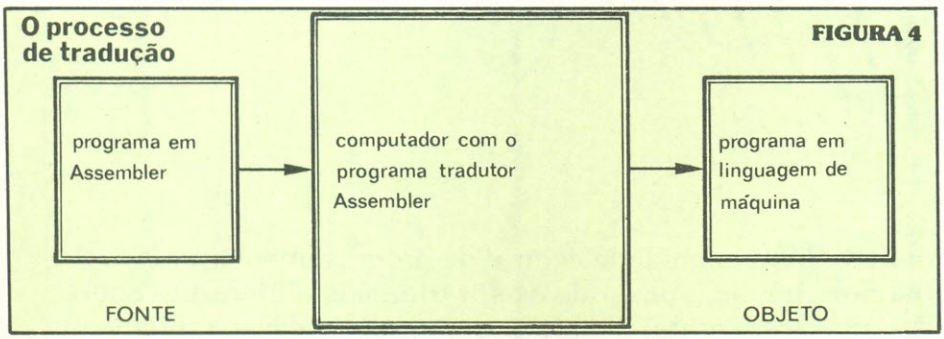



FIGURA 4

O programador também não precisa calcular endereços; ele atribui um nome à instrução e usa este nome no programa. O próprio Assembler calcula os endereços, à medida em que vai traduzindo as instruções.

Na figura 3, temos o mesmo programa em Assembler. A quantidade de linhas não mudou, mas o programa está mais legível. As abreviaturas usadas, chamadas mnemônicos, são próprias do 8080. Veja, por exemplo, na linha 3, o mnemônico IN, para entrada (input) de dados. Observe que os números agora são decimais. A instrução inicial do ciclo, linha 3, tem o nome «CICLO», que é usado na instrução de fechamento do ciclo, linha 9. Ao lado de cada instrução, há um pequeno comentário, que explica o que ela faz. Este comentário nada significa para o Assembler, mas é importante para quem vai ler o programa.

Com o Assembler, o trabalho do programador fica muito mais fácil, programas grandes ficam mais viáveis. Porém, há um preço a pagar para isso: é mais uma etapa no processo de programação.

Uma vez pronto o programa em Assembler, ele deve ser traduzido para a linguagem de máquina. E, para isso, usa-se o próprio computador, que agora é ferramenta para o programador. Veja a figura 4.

## LINGUAGENS DE ALTO NÍVEL

Uma vez dada a idéia de usar o próprio computador para ajudar a programação, a evolução não parou mais. O Assembler facilita muito o trabalho, mas ainda é laborioso escrever o programa, instrução por instrução. Por exemplo, se o nosso programa deve calcular a fórmula complexa:

$$(-B + \sqrt{B^2 - 4AC}\ )/2A$$

O programador, em Assembler, deverá especificar as instruções, uma a uma: obter B, trocar seu sinal, calcular seu quadrado, obter C, multiplicar por A, multiplicar por 4, etc. Por que não fazer outro programa tradutor, que leia a fórmula e a decomponha em instruções de máquina? Surgiram assim as linguagens «de alto nível». Alto nível, porque o programador que trabalha nestas linguagens não se preocupa com detalhes de instruções do computador, só se preocupa com o problema. Naturalmente, os programas tradutores destas linguagens são programas muito complexos. São chamados **compiladores.**

```
1.      S = 0
2.      DO I = 1,30
3.      READ N
4.      S = S + N
5.      NEXT
6.      PRINT S
```

**O programa em linguagem de alto nível** FIGURA 5

Na figura 5, temos o nosso programa em linguagem de alto nível.

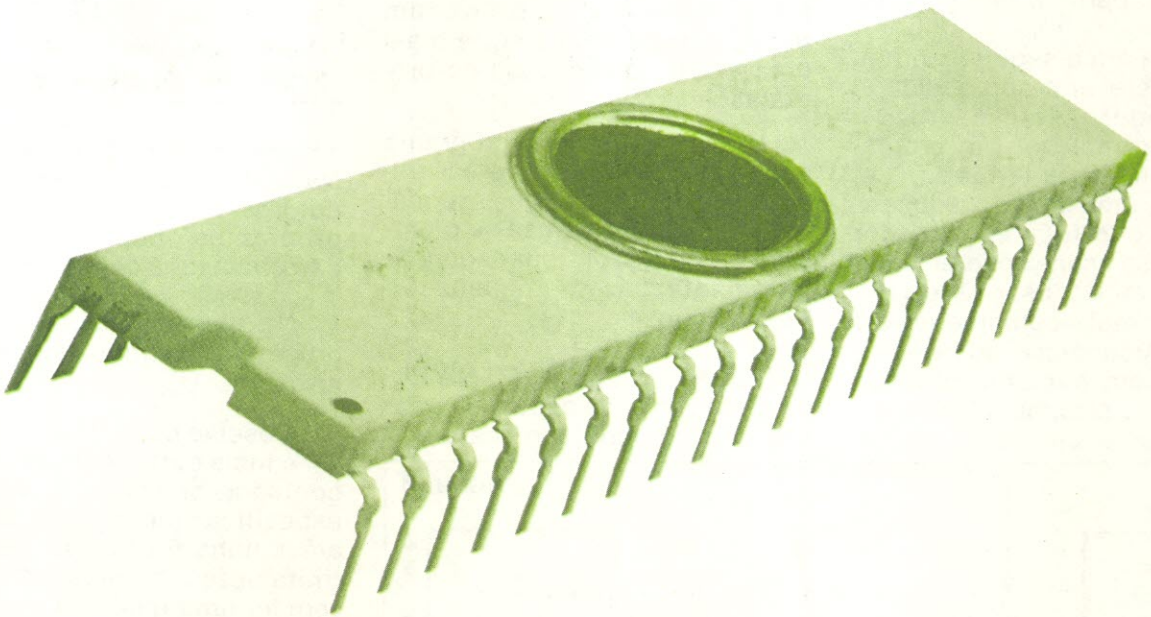
Observe como fica mais legível e mais curto. A linha 1 zera o contador, chamado S; a linha 2 especifica que o ciclo que vai até a linha 5 deve ser repetido trinta vezes; as linhas 3 e 4 fazem ler um número N e somá-lo ao somador S; finalmente, a linha 6 imprime S.

O programa é mais fácil de fazer, a linguagem é mais próxima da linguagem técnico-matemática usual. Mais uma vantagem: esta linguagem independe do computador usado. Um compilador pode traduzir nosso programa para instruções do 8080. Outro compilador pode traduzir para outro código, correspondente a outro computador. Desta forma, programas podem ser transferidos de um computador a outro, com relativa facilidade.

A primeira linguagem de alto nível que apareceu foi o FORTRAN: FORmula TRANslation, tradução de fórmulas. Depois, apareceram muitas outras: o COBOL, para programas comerciais, o ALGOL, para programas científicos, o BASIC, para principiantes, etc.

No próximo artigo desta série, estudaremos melhor cada uma destas linguagens.

# 8080, Um Novo Caminho Aberto



**Muito se tem falado e escrito sobre o 8080, a unidade central de processamento mais aceita, atualmente, pelo mercado internacional; mas, apesar de existir uma vasta literatura sobre o assunto, esta é composta, em sua quase totalidade, de informações em inglês e a um custo que nem sempre está ao alcance do leitor brasileiro.**

**Neste artigo, pretendo mostrar o 8080, sob o ponto de vista de «hardware», isto é, analisar este versátil componente como um integrado e explicar seu funcionamento, a fim de permitir ao leitor uma melhor compreensão do mesmo, eliminando várias dúvidas existentes. Em outras palavras, quero desvendar para o leitor alguns mistérios que ainda rodeiam esse componente, tirando-o daquela categoria do «Ah! É complicado demais!»**

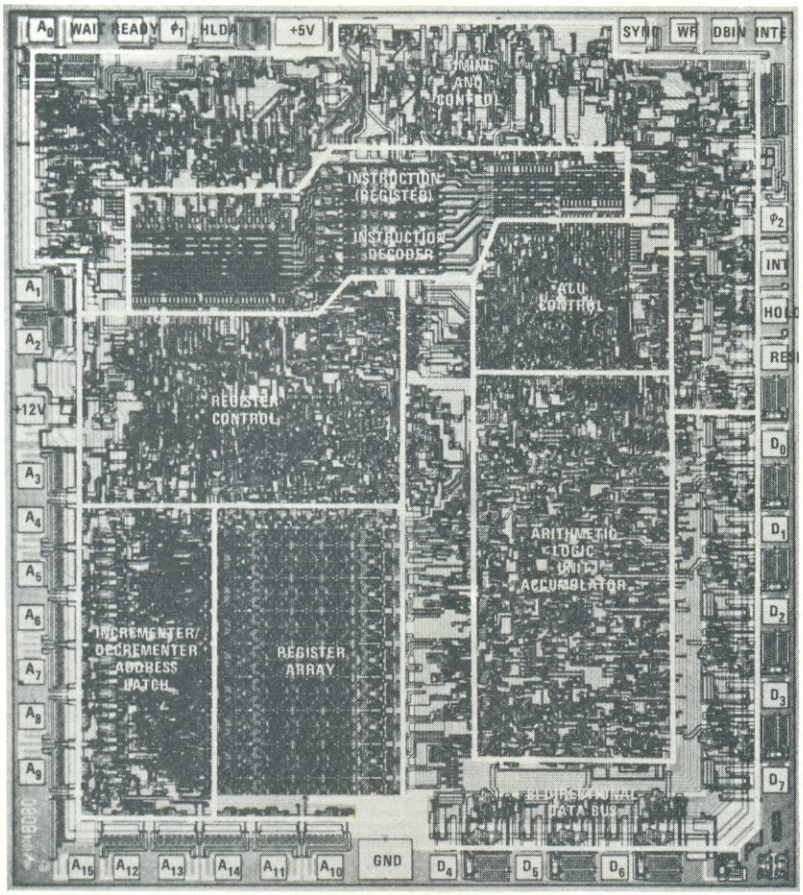
KO MING CHO

**«Software» e «hardware»**

Estes dois termos dividem, distintamente, as duas áreas principais do projeto de um computador. Cabe ao «software» a parte referente à programação e, neste caso, ao «softerista», a função de comandar seqüencialmente o computador, com o programa formado pelo repertório de instruções fornecido pelo mesmo. Para o «softerista», o computador é uma «caixa preta», que deve executar um determinado trabalho, de acordo com as instruções inseridas.

Para aqueles que seguiram de perto o curso de programação de computadores, este aspecto já está mais do que esclarecido.

Por outro lado, projetar o computador e fazer o sistema trabalhar à sua máxima capacidade, fica ao encargo do «hardware». As duas áreas não são independentes, e existe uma certa intersecção entre ambas, exigindo que um «softerista» possua uma certa noção de «hardware» e vice-versa.



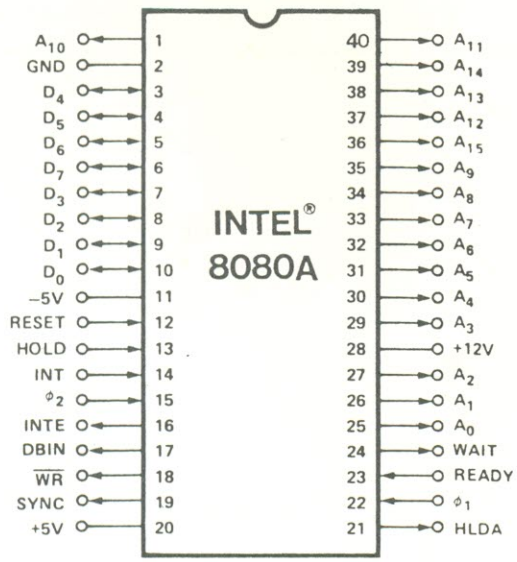




**FIGURA 1**

O «hardware» deve, então, tratar da parte referente à interligação dos integrados, ao sincronismo de vários sinais, às realizações de I/O's, ao dimensionamento da memória, etc., para então entregar o computador ao «software», que, por sua vez, irá tratá-lo como uma «caixa preta» (naturalmente, nada impede que uma pessoa desempenhe as funções de «softerista» e «hardwerista», simultaneamente).

**O 8080**

O 8080 é o resultado de uma linha de desenvolvimento de CPUs em circuitos integrados, por parte da firma Intel. Essa linha começou com o 4004, um microprocessador de 4 bits, com um repertório de 46 instruções. Logo, surgiu o 4040, de 4 bits e 60 instruções.

Depois, veio a linha de 8 bits, como 8008, de 48 instruções e o atual 8080, com um total de 78 instruções (figura 1).

Do ponto de vista do «hardware», o 8080 é um integrado de 40 pinos, exigindo uma alimentação de 5 V, 12 V, —5 V e terra. Os 36 pinos restantes podem ser divididos da seguinte maneira:

— 8 pinos para o barramento de dados de 8 bits (entrada e saída); D0 a D7.
— 16 pinos para as saídas de endereço; A0 a A7.
— 6 pinos para as saídas de sinais de sincronismo e controle (SYNC, DBIN, WAIT, WR, HLDA, INTE).
— 4 pinos para as entradas de controle (Ready, Hold, Int e Reset).
— 2 pinos para as entradas do «clock» (Ø1 e Ø2).

**O ciclo do processador**

A parte referente ao 8080 mais difícil de entender é o seu sistema de sincronismo. Cada instrução é recebida e executada de uma maneira seqüencial, com informações no barramento de dados e nas saídas de sincronismo e controle. É necessário entender perfeitamente esta parte, para se efetuar qualquer projeto com o 8080.

Um **ciclo de instrução**, por exemplo, é definido como o tempo necessário para «apanhar» e executar uma determinada instrução. Cada ciclo de instrução pode ser composto, por sua vez, de um a cinco **ciclos de máquina** (dependendo do tipo de instrução).

Um ciclo de máquina é definido cada vez que a CPU tem acesso a uma memória ou a um I/O (dispositivo de entrada/saída).

E, cada ciclo de máquina consiste de 3, 4 ou 5 estados, sendo que cada estado é definido como o intervalo entre duas transições positivas do «clock» Ø1. Pode-se visualizar melhor essas definições, com o auxílio da figura 2.

Deste modo, toda a seqüência da CPU é determinada pelos «clocks» Ø1 e Ø2. sendo este último um sinal com a mesma freqüência de Ø1, mas sem estar com os pulsos sobrepostos a ele. Veja a figura 3.

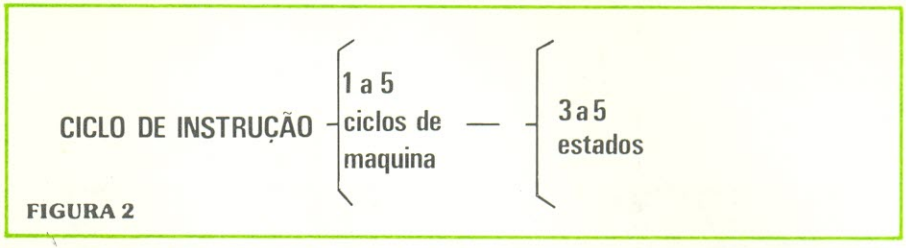



**FIGURA 2**

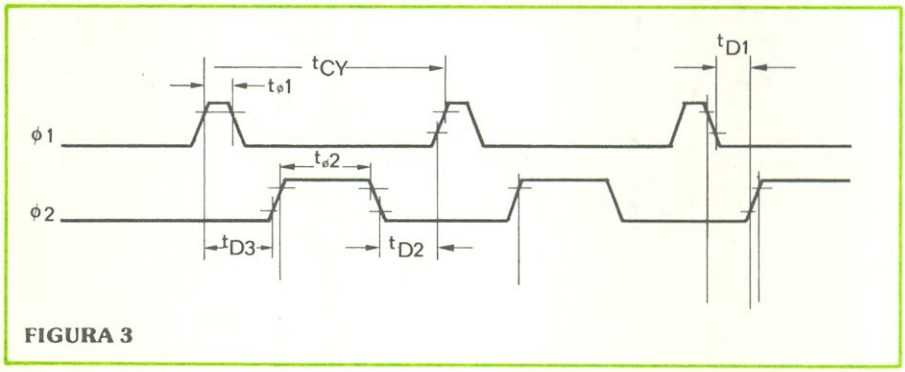



**FIGURA 3**

Essas duas freqüências de «clock» provêm de uma fonte externa e o nível de seus pulsos deve ser menor que 0,8 V no estado «0» e maior que 9 V, no estado «1», devendo satisfazer as condições de freqüência e largura de pulso determinado pelo fabricante.

### O barramento de endereços — figura 4

Este barramento é composto de 16 linhas, para endereçar as memórias e os dispositivos de I/O. No caso de endereçamento de memória, todos os 16 bits são utilizados (D0 a D15), resultando em uma capacidade de 64 mil palavras ($2^{16}$ = 65.536), aproximadamente.

No caso de I/O's, o endereço se repete nas saídas D0/D7 e nas D8/D15, fornecendo, assim, um total de 256 dispositivos de I/O endereçáveis.

As 16 linhas de endereço empregam a tecnologia «tri-state», que permitiu uma grande simplificação no sistema de transmissão de dados do computador. Essa técnica consiste em fazer com que as saídas assumam, além dos estados «0» e «1» habituais, um terceiro estado (daí, o nome «tri-state»). O terceiro estado é a saída flutuante e, para efeitos práticos, tudo se passa como se ela não existisse. Desta maneira, pode-se ligar uma saída em curto com a outra, bastanto, apenas, que uma delas esteja no «terceiro estado».

Essa prática possibilita que o barramento de endereços seja controlado por um outro dispositivo externo. Para que isso? Para operações de DMA (acesso direto à memória), através das quais podemos introduzir dados diretamente na memória, sem a intervenção do processador.

Esse processo é efetuado pela aplicação de um sinal, denominado HOLD, ao pino apropriado; com isso, a entrada de endereço escolhida vai para o terceiro estado. O barramento passa, então, ao comando das saídas do dispositivo de DMA, que estavam, anteriormente, no «terceiro estado» (para não atrapalhar o funcionamento normal do processador).

### Barramento de dados

Aplicando a mesma tecnologia, este barramento também é do tipo «tri-state», servindo, além disso, tanto de entrada como saída.

O barramento de dados não tem apenas as funções de enviar

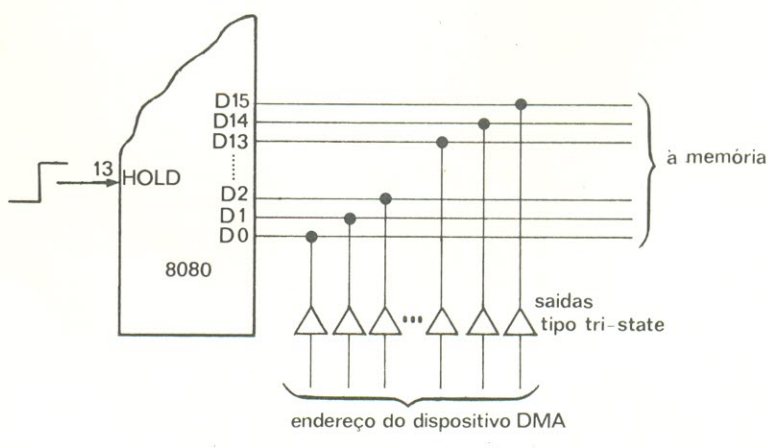



**FIGURA 4**

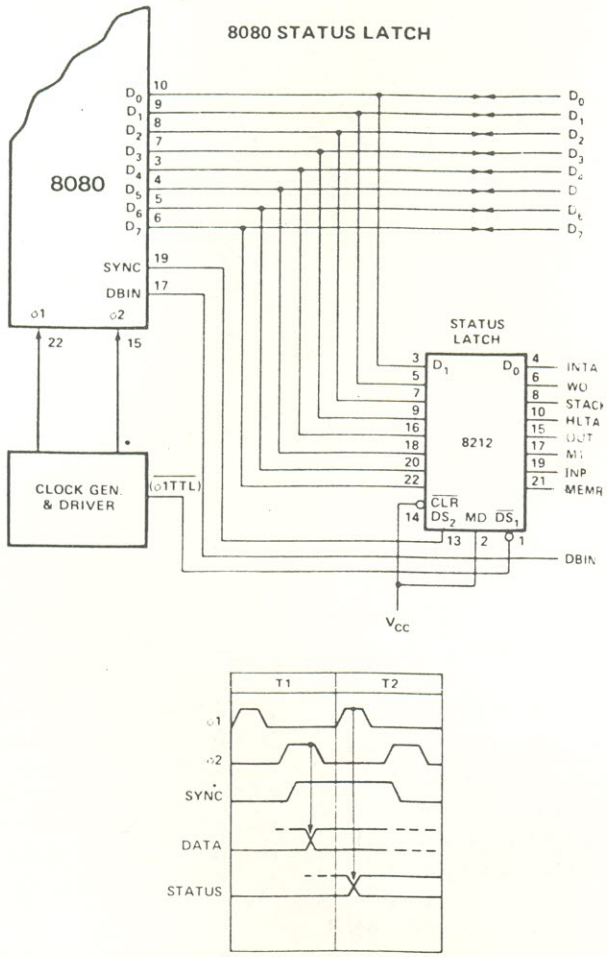



**FIGURA 5**

e receber dados. No início de cada ciclo da máquina, ele envia para fora do processador as informações referentes ao tipo de operação que ele irá executar. Dá-se o nome de «status» a essas informações, e são elas que irão informar aos dispositivos externos qual o procedimento adequado para «atender» às operações executadas pelo processador.

Normalmente, o «status» é registrado por um «status latch», para que a informação não se perca (veja as figuras 5 e 6).

A cada bit aplica-se uma denominação, para que os dispositivos externos fiquem cientes se, por exemplo, o processador irá escrever ou ler na memória, ou fazer uma operação de «fetch», ou uma operação de entrada e saída, etc.

Em adição a tudo isto, nos processadores DMA, o barramento pode assumir o terceiro estado, para que os dados exteriores possam ser enviados, via barramento, para a memória.

### Entradas de controle

Estas entradas servem para possibilitar, a um dispositivo externo, o controle do funcionamento do processador, de acordo com o desejo do operador.

Vejamos quais são os recursos fornecidos pelos controles:

RESET — É usado para inicializar o computador. No instante em que este terminal for levado para o estado «1», durante um período mínimo de três períodos de Ø1, o contador de programa, interno ao 8080, vai a zero, permitindo que se dê início ao programa.

READY — É utilizado principalmente, pelo processador, para operações de leitura de uma memória ou I/O de acesso lento.

Passado um curto período de tempo, após ter sido enviado o endereço desejado (450 ns, aproximadamente), o dado da memória ou I/O endereçado já deve estar no barramento. Se a memória ou I/O for lento demais, o dado contido no barramento não será válido. A fim de evitar tal problema, aplica-se um nível «0» no READY do processador, enquanto este fica esperando; logo após o dado ter sido corretamente carregado no barramento, o sinal READY vai para «1» e o processador continua o processo de leitura.

INT — Requisição de interrupção. Força o processador a um outro endereço, onde deve estar localizado o início de um programa.

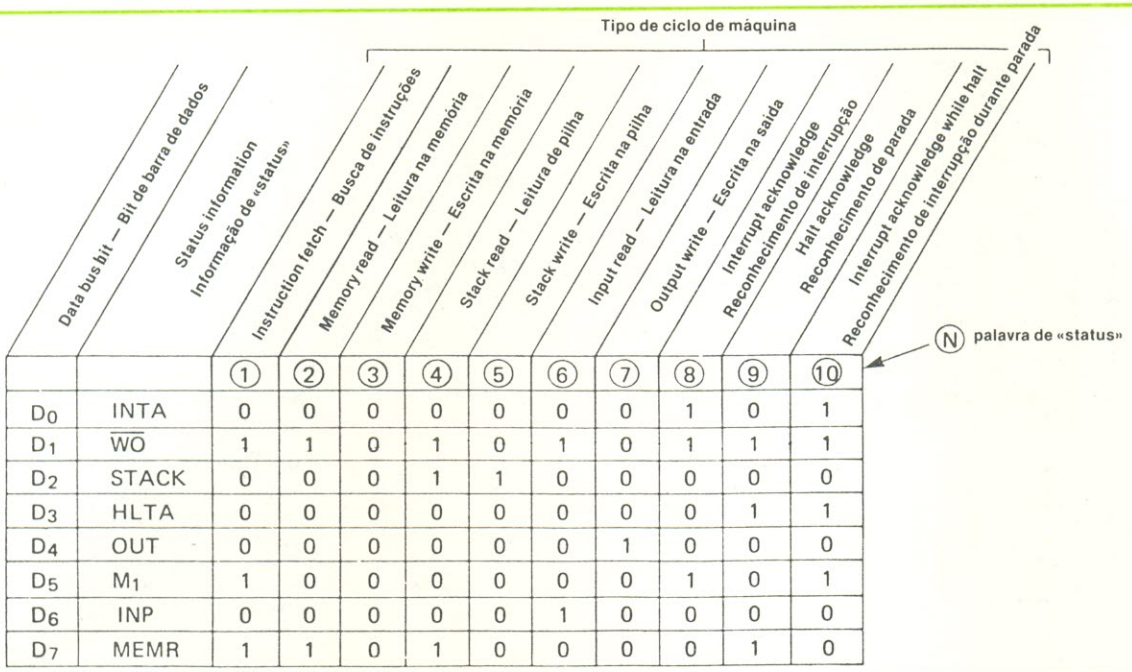
Este sinal é empregado para interromper o processamento de um programa em andamento, e passar o processador a um outro programa, de maior prioridade.

HOLD — O sinal HOLD, aplicado ao processador, permite que um dispositivo externo tome o controle dos barramentos de endereços e dados do 8080, possibilitando operações do tipo DMA.

### Saídas de sincronismo e controle

HLDA — A saída HLDA (reconhecimento do HOLD) fornece um sinal, indicando que o processador deixou de controlar os barramentos, liberando-os em estado de alta impedância (o «terceiro estado»). Estes ficam então, sob o comando do circuito exterior de controle. Naturalmente, o sinal HLDA só aparece após o processador receber um sinal HOLD.

WAIT — O sinal WAIT indica que o processador ainda não recebeu o sinal READY, e está aguardando que o dado se estabilize no seu barramento de dados, para depois recebê-lo.




| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_0$ | INTA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| $D_1$ | $\overline{WO}$ | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| $D_2$ | STACK | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $D_3$ | HLTA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| $D_4$ | OUT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| $D_5$ | $M_1$ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| $D_6$ | INP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $D_7$ | MEMR | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

**FIGURA 6**

INTE — Habilitação de interrupção. Para não interromper a execução de um programa, via interrupção (INT), existe a instrução DI (disable interrupt); após receber essa instrução, o 8080 não aceita nenhuma interrupção e alerta os circuitos externos sobre tal decisão, levando o sinal INTE ao estado «0». Este sinal deve voltar ao estado «1», depois que o processador receber uma instrução EI (enable interrupt - habilitação de interrupção).

A seguir, veremos os três **sinais de controle** que, combinados de várias maneiras, controlam todo o restante do sistema, praticamente.

SYNC — Indica o início de cada ciclo na máquina; serve como sincronismo para o resto do sistema.

Como a informação «status» também aparece no início de cada ciclo de máquina, e é sempre estável, no instante em que há uma coincidência com Ø1, o sinal Ø1.SYNC é utilizado, geralmente, para que o «status latch» registre o «status» nesse instante. Veja a figura 7.

DBIN — Este sinal indica que o processador está pronto para receber o dado em seu barramento. O dado, por sua vez, deve permanecer estável no barramento, na presença do pulso DBIN, pois é nesse instante que o processador recebe dados.

$\overline{WR}$ — Indica que o processador está enviando um dado pelo barramento de dados, e que o mesmo permanece estável. O circuito exterior deve, então, estar pronto para receber os dados, na presença do sinal WR.

**Conclusão**

A linha 8080 está sendo cada vez mais divulgada, já que deixou de ser exclusividade da Intel, passando a fazer parte dos produtos da Texas, Icotron e National. O mercado para estes componentes tende a preços mais acessíveis e maiores facilidades de obtenção dos mesmos.

Atualmente, o custo de um sistema 8080 já é bastante compensador para que seja utilizado até em aplicações simples, sem o aproveitamento de sua capacidade total. É conveniente, portanto, compreender este integrado, o suficiente para tirar proveito dos recursos que oferece.

É claro que se torna impossível esgotar o assunto em apenas um artigo; por isso, recomendo aos leitores interessados que adquiram literatura mais aprofundada. Uma boa sugestão, praticamente indispensável para aqueles que pretendem ter uma visão mais ampla sobre o 8080, é o «8080 Microcomputer Systems User's Manual», da Intel.

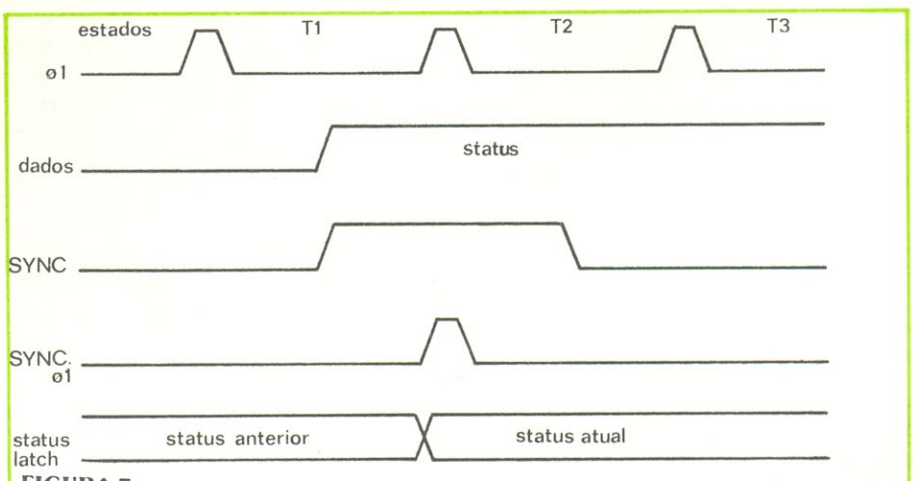



**FIGURA 7**

# CURSO DE TÉCNICAS DIGITAIS

***Nesta lição, concluiremos o estudo teórico de circuitos lógicos e veremos como eles se apresentam na prática.***

*LIÇÃO 4*

**PORTAS NE/NOU (NAND/NOR)**

A maioria dos circuitos digitais pode ser construída utilizando-se apenas os três elementos lógicos básicos, já vistos, e que são o inversor, e as portas E (AND) e OU (OR). Na prática, porém, a maior parte dos equipamentos digitais emprega, em seus circuitos, versões especiais daqueles elementos, denominadas portas NE (NAND, em inglês) e porta NOU (NOR, em inglês).

Tais elementos especiais são constituídos, basicamente, por portas E e OU, combinadas com um inversor.

As portas NE e NOU são os elementos lógicos mais utilizados, porque oferecem numerosas vantagens sobre as simples portas de diodos, já consideradas. Em grandes e complexos sistemas digitais, não é possível interligar muitas portas simples, umas atrás das outras, pois, não havendo reforço de sinal entre as mesmas, surgem problemas de carga e a velocidade das operações é prejudicada. Por essa razão, é geralmente preferível combinar portas simples de diodos com algum reforçador, para permitir uma maior flexibilidade de interligação de circuitos. Esse reforçador (buffer, em inglês) é representado, em geral, por um transistor, e ele está presente em todas as portas do tipo NE e NOU (daí, a preferência por esse tipo de porta, ao invés das mais simples).

**Porta NE (NAND)**

O termo NE seria uma contração de "NÃO É" (ou É NEGADO). Uma porta NE, portanto, é uma porta E (AND), seguida por um inversor; a figura 1-4A mostra o esquema básico de uma porta NE.

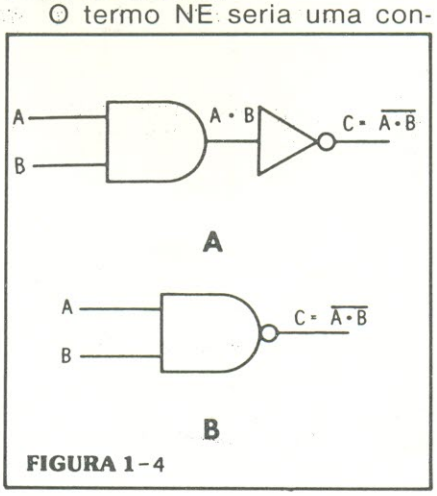



**FIGURA 1-4**

Note a expressão algébrica de saída para a porta E e para o inversor. A expressão inteira de saída da porta E sofre uma inversão, indicada pela barra colocada por cima da mesma.

Na figura 1-4B temos o símbolo padrão básico utilizado para uma porta NE; note que é semelhante ao símbolo E, mas com um círculo acrescentado à sua saída, para representar inversão.

É fácil deduzir a operação lógica da porta NE, a partir do circuito da figura 1-4. Essa operação é indicada pela tabela da verdade da figura 2-4.

A saída (NAND) é, simplesmente, o complemento da saída E (AND).

**Porta NOU (NOR)**

Da mesma forma que se verifica com a porta NE, a porta

| Entradas | | Saída | |
|---|---|---|---|
| A | B | E<br>A.B | NE<br>$\overline{A.B} = C$ |
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

**FIGURA 2-4**

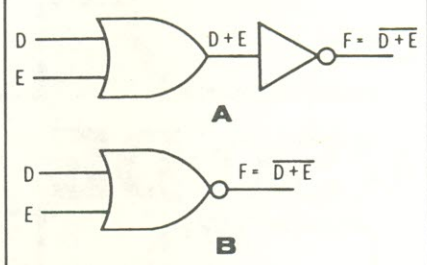



**FIGURA 3-4**

| Entradas | | Saída | |
|---|---|---|---|
| D | E | OU<br>D + E | NOU<br>$\overline{D+E} = F$ |
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

**FIGURA 4-4**

NOU (NOR) é um elemento lógico aperfeiçoado para executar funções lógicas de decisão. O termo NOU (NOR) é uma contração da expressão «NÃO OU» (ou NOT OR). A porta NOU é, portanto, um circuito que combina a função lógica de uma porta OU com um inversor.

A figura 3-4 é a representação lógica da porta NOU; note que a expressão de saída é a função OU (OR) invertida.

A operação lógica da porta NOU é ilustrada pela tabela da verdade da figura 4-4; a saída da porta NOU é simplesmente o complemento da saída da porta OU.

Assim como em qualquer porta lógica, as portas NE e NOU podem ter duas ou mais entradas, dependendo da aplicação e podem ser utilizadas para realizar qualquer uma das três funções lógicas básicas. Por exemplo, ligando em curto todas as entradas, tanto da porta NE como da porta NOU, elas irão se comportar como simples inversores. Combinando as portas NE e NOU com inversores externos, podemos realizar as operações E e OU.

### Pequeno teste de revisão

1. As portas NE (NAND)/NOU (NOR) são usadas mais freqüentemente que os circuitos simples E (AND)/OU (OR), porque:
a. As portas NE/NOU podem também realizar operações E/OU.
b. As portas NE/NOU são menores e mais baratas.
c. As portas NE/NOU são auto-reforçadas (self-buffered).
d. As portas NE/NOU não podem realizar a função NÃO, NEGADO.

2. Uma porta NE, de três entradas, tem entradas «0», «1» e «1». A saída será:
a. «0» binário
b. «1» binário

3. Uma porta NOU, de quatro entradas, tem entradas «1», «0», «0» e «0». A saída será:
a. «0» binário
b. «1» binário

4. A equação de saída de uma porta NE é igual a:
a. $C = A . B$
b. $C = \overline{A + B}$
c. $C = \overline{A . B}$
d. $C = A + B$

5. A equação de saída de uma porta NOU é igual a:
a. $F = D + E$
b. $F = D . E$
c. $F = \overline{D . E}$
d. $F = \overline{D + E}$

### Respostas

1. (c) — As portas NE/NOU são auto-reforçadas (self-buffered), o que permite maiores velocidades e cargas razoáveis. São mais versáteis que as portas E/OU simples, daí serem usadas mais freqüentemente.

2. (b) — «1» binário. A saída de uma porta NE é igual a «0» binário, se, e somente se, todas as

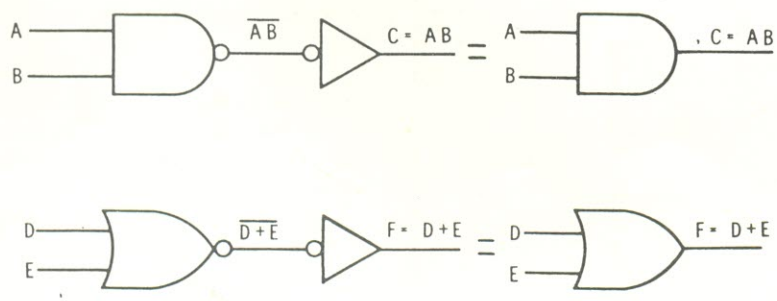



**FIGURA 5-4**

| Entradas invertidas | | Entradas NE | | Saída |
|---|---|---|---|---|
| X | Y | A | B | C |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |

**FIGURA 6-4**

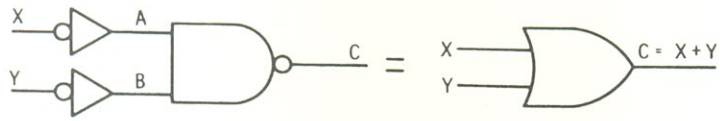



**FIGURA 7-4**

entradas forem «1» binário. Com um nível «0» binário, em qualquer uma ou mais de uma entrada, a saída é «1» binário.

3. (a) — «0» binário. A saída de uma porta NOU é igual a «0» binário se qualquer uma ou mais de uma entrada apresentar o nível «1» binário.

4. (c) — $C = \overline{A \cdot B}$ é a expressão de saída empregada para uma porta NE.

5. (d) — $F = \overline{D + E}$ é a expressão de saída empregada para uma porta NOU.

## COMO SÃO UTILIZADAS AS PORTAS NE(NAND)/NOU(NOR)

As funções lógicas E (AND) e OU (OR) podem ser realizadas ligando-se inversores na saída das portas NE e NOU, respectivamente. Já que as funções NE e NOU são, simplesmente, complementares das operações básicas E e OU, é lógico assumir que podemos obter portas E e OU a partir das portas NE e NOU, com o acréscimo de um inversor, apenas.

Como foi estabelecido no capítulo sobre inversores, o efeito de uma inversão é cancelado pelo efeito de uma segunda; assim, vimos, colocando em série um número par de inversores, anularemos sempre a função de inversão.

A figura 5-4 mostra como as operações E e OU são obtidas, com o auxílio de portas NE e NOU. Vejamos, agora, como obter uma função OU através de uma porta NE e uma função E, através de uma porta NOU.

Já foi mencionado que qualquer uma das três funções lógicas básicas — E, OU e inversão — pode ser realizada, tanto por uma porta NE, quanto por uma NOU. Acabamos de ver a maneira de conseguir as funções E e OU a partir das portas NE e NOU, simplesmente invertendo a saída. Para se obter as outras funções lógicas, utiliza-se inversores nas entradas.

A figura 6-4 apresenta a tabela da verdade para uma porta NE; as entradas são representadas pelas letras A e B, e a saída, pela letra C. Consideremos, agora, o efeito de acrescentar um inversor a cada uma das entradas; como mostra a figura 7-4. Os inversores apenas complementam os sinais de entrada, efeito ilustrado na tabela da verdade da figura 6-4.

Os sinais de entrada aos inversores são denominados X e Y; observe que eles são os complementos dos sinais A e B, respectivamente. Considerando os dois inversores e a porta NE como um único circuito composto, as entradas X e Y, ao invés de A e B; a saída C permanecerá a mesma.

Observando a tabela da verdade da fig. 6-4, e tendo em mente a mudança efetuada, podemos agora analisar a função lógica do circuito. Não levando em conta a ordem das combinações de X e Y e também as entradas A e B, note o estado de saída, para cada um dos estados de entrada. É fácil verificar que o circuito produz a saída «1», toda vez que o nível «1» é aplicado a qualquer uma ou ambas as entradas; por definição, isso corresponde à função lógica OU.

Como pudemos observar, a função OU pode ser obtida, através de uma porta NE, com a inclusão de inversores em cada entrada.

Do mesmo modo, ao utilizarmos inversores na entrada de uma porta NOU, é possível conseguir uma função E. A figura 8-4 ilustra a tabela da verdade de uma porta NOU, onde as entradas são D e E e a saída é F. Consideremos, então, inversores conectados à entrada da porta NOU e que as novas entradas são denominadas L e M, tal como aparece na figura 9-4. Os estados invertidos (ou complementares) de entrada serão iguais aos indicados na tabela da verdade da fig. 8-4. Se interpretarmos a função lógica do circuito composto, em que as entradas são L e M, e a saída, F, iremos verificar, estudando a tabela da verdade, que estamos diante de uma função E. Note que a única vez em que a saída F apresenta um nível «1» acontece quando ambas as entradas L e M estão no nível «1»; por definição,

| Entradas invertidas | | Entradas NOU | | Saída |
|---|---|---|---|---|
| L | M | D | E | F |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |

**FIGURA 8-4**

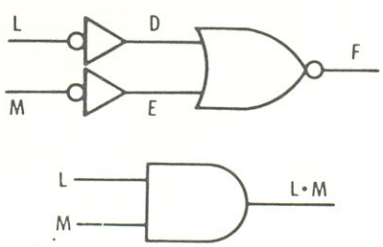



**FIGURA 9-4**

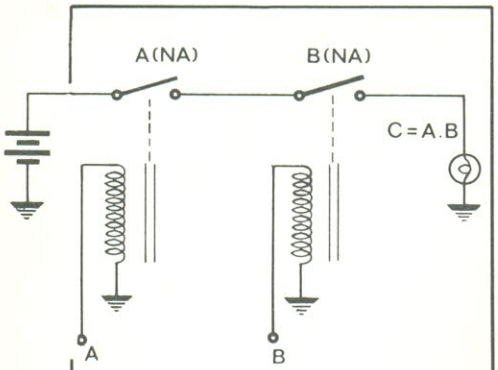


FIGURA 10-4

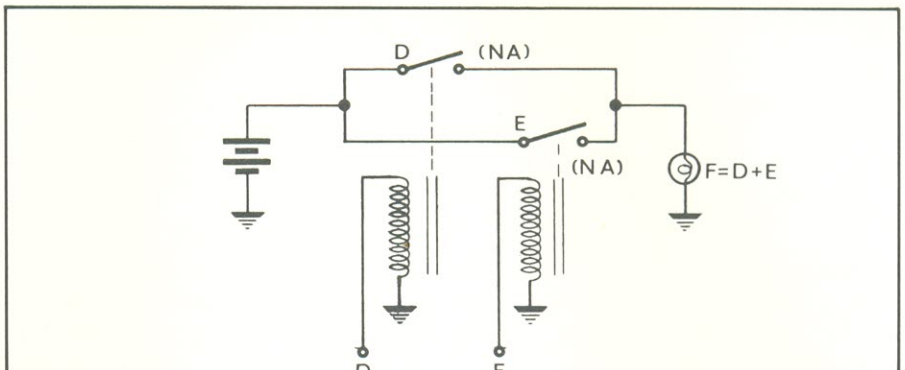


FIGURA 11-4

esta é a função lógica E. De acordo com a fig. 9-4, uma porta NOU, com inversores na entrada, executa a função E.

De acordo com o que vimos, qualquer uma das três funções lógicas básicas pode ser realizada pelas portas NE e pelas portas NOU, igualmente. Por esse motivo, circuitos digitais inteiros podem ser construídos com um só tipo de porta; a escolha é arbitrária e fica a cargo do projetista, estritamente.

Há casos, contudo, em que portas NE e NOU são misturadas, no circuito. Como veremos mais tarde, há alguma economia de circuito quando portas NE e NOU são combinadas. Basta lembrar, no entanto, que qualquer função lógica pode ser realizada a partir das portas NE ou NOU.

**Pequeno teste de revisão**

6. Uma porta NE ou NOU pode realizar qualquer uma das três funções lógicas básicas: E, OU e NÃO.
a. Verdadeiro
b. Falso

7. Quando utilizamos inversores na entrada de uma porta NOU, qual é a função lógica realizada pelo circuito?
a. E
b. OU
c. NE
d. NOU
e. NÃO

8. Qual a função lógica obtida, ao utilizarmos inversores na entrada de uma porta NE?
a. E
b. OU
c. NE
d. NOU
e. NÃO

9. Podemos usar as portas NOU e NE como inversores, bastando, para isso:
a. Inverter a saída
b. Inverter as entradas
c. Interligar as entradas
d. Ligar em série com um número par de circuitos

10. Qual é a porta preferida para construir um circuito a partir de um só tipo de porta?
a. NE
b. NOU
c. Qualquer um

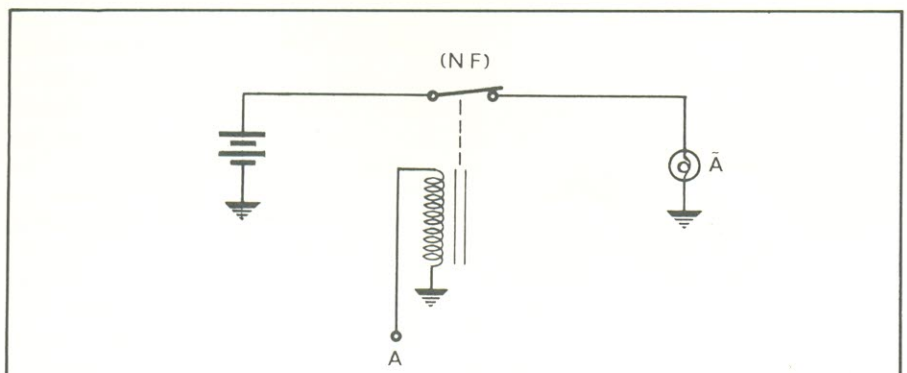


FIGURA 12-4

**Respostas**

6. (a) — Verdadeira

7. (a) — E

8. (b) — OU

9. (c) — Interligando todas as entradas. Aplicando o mesmo sinal a todas as entradas, tanto de um circuito NE, como de um circuito NOU, teremos um circuito NÃO, ou função complementar.

10. (c) — Qualquer um. As portas NE e NOU podem ser utilizadas para formar um circuito lógico completo.

## CIRCUITOS LÓGICOS PRÁTICOS

Agora que completamos o estudo dos tipos de circuitos lógicos de uso mais comum em equipamentos digitais, vamos dar uma olhada em algumas formas típicas de se construir esses circuitos lógicos.

Existem várias maneiras diferentes, elétricas ou mecânicas, para se obter as características específicas dos vários tipos de elementos lógicos. Aqui, neste capítulo, veremos as diversas formas mais comuns de obtenção de elementos lógicos digitais.

**Relés e interruptores**

As três funções básicas — E, OU e NÃO — podem ser facilmente reproduzidas através de contatos de relés e interruptores. Como exemplo, a figura 10-4 mostra uma porta E feita com relés; neste caso, os contatos normalmente abertos (contatos normalmente abertos ou NA, de um relé, são contatos que ficam abertos quando a bobina do relé

não está energizada, isto é, quando não está sendo atravessada pela corrente) de dois relés, denominados A e B, são ligados em série com uma bateria e uma lâmpada.

Nesse circuito, um contato de relé fechado e uma lâmpada acesa representam o nível «1»; por outro lado, um contato aberto e uma lâmpada apagada representam o nível «0». E uma tensão igual a 0 volts quer dizer o nível «0», enquanto uma tensão positiva, significa o nível «1», na bobina do relé. Você pode observar que, para qualquer uma das quatro combinações possíveis de entrada, existe apenas uma em que a lâmpada fica acesa. Caso um ou ambos os relés não sejam energizados, seus contatos ficarão abertos e a corrente não chegará à lâmpada.

No entanto, se aplicarmos uma tensão às bobinas dos dois relés, os dois contatos fecharão, e o nível «1» (lâmpada acesa) aparecerá na saída. Os contatos A e B devem estar fechados para que a lâmpada acenda (os contatos em série realizam, geralmente, a função lógica E).

A figura 11-4 apresenta uma porta OU feita com relés; os contatos normalmente abertos, neste caso, são ligados em paralelo. Pode-se ver que, quando uma tensão correspondente ao nível «1» é aplicada a uma ou ambas as bobinas dos relés, os contatos D ou E, ou ambos, fecharão e irão fornecer, em conseqüência, tensão à lâmpada, que representa, como se sabe, o nível «1» (contatos ligados em paralelo executam, normalmente, a operação lógica OU).

Na figura 12-4, temos um inversor lógico a relé; utilizamos, aqui, um relé com os contatos normalmente fechados (NF), ao contrário dos casos anteriores. Aplicando 0 volts (ou seja, o nível «0») à bobina do relé, este não é energizado e o contato permanece fechado, representando o nível «1». Isto faz com que a lâmpada seja conectada à bateria, que a faz acender (assim, vemos que com uma entrada «0», temos uma saída «1»).

Aplicando agora uma tensão equivalente ao nível «1», à bobina do relé, energizaremos o mesmo e faremos com que abra seu contato, o que provocará o apagamento da lâmpada, indicação de nível «0».

Esses circuitos de comutação com relés podem ser combinados de várias formas, a fim de realizar qualquer função lógica. Os interruptores operados manualmente podem substituir os contatos de relé, em algumas aplicações.

Hoje em dia, os relés e interruptores não são utilizados com muita freqüência em circuitos lógicos, pois dão origem a sistemas muito volumosos, de operação lenta e grande consumo de energia. Não são práticos, em resumo, para a maioria das aplicações (os mais antigos equipamentos digitais, incluindo os computadores, foram construídos com relés).

Atualmente, contudo, muitos outros tipos de circuitos lógicos estão disponíveis, com significantes vantagens, em relação aos relés. Apesar disso, existem ainda algumas poucas aplicações práticas para relés e interruptores, em circuitos lógicos. Em alguns sistemas pesados de controle industrial, por exemplo, onde a velocidade e o consumo não são fatores importantes, os circuitos lógicos a relé podem manipular operações de alta potência, com grande confiabilidade. Há também outras aplicações, onde a operação mecânica dos interruptores permite a intervenção manual no circuito, o que é desejável, em alguns casos.

### Circuitos lógicos com o uso de componentes discretos

Um circuito lógico constituído por componentes discretos é um elemento lógico construído por meio de componentes eletrônicos invididuais, tais como transistores, diodos, resistores, capacitores, etc. Esses componentes são montados e interligados de modo a formar circuitos completos, como as portas de diodos e os inversores descritos na lição passada.

Durante muitos anos, os circuitos lógicos digitais foram realizados pelos componentes discretos, pois ofereciam dimensões reduzidas, desempenho elevado e um consumo razoável. Entretanto, hoje em dia, esses componentes são empregados muito raramente; assim como aconteceu aos relés e interruptores mecânicos, eles foram substituídos por elementos lógicos de melhor desempenho, dimensões ainda menores, e menor custo.

Você poderá encontrar, ainda hoje, circuitos lógicos constituídos por componentes discretos em aplicações de alta potência, ou em equipamentos integrados.

### Circuitos integrados

O circuito integrado (também chamado de CI) é um elemento semicondutor, que combina transistores, diodos, resistores e capacitores, numa forma ultraminiaturizada, em uma única «pastilha» (chip, em inglês) de silício. Os avanços da tecnologia permitiram aos fabricantes de semicondutores, projetar, desenvolver e produzir circuitos eletrônicos inteiros em «pedaços» de silício que medem, normalmente, menos de um décimo de polegada quadrada. Tais circuitos são, não somente muito menores em tamanho, em relação aos componentes discretos, mas oferecem também inúmeros benefícios.

Pelo fato de serem produzidos em massa, seu custo é bastante inferior ao dos componentes discretos; muitos deles apresentam um consumo reduzidíssimo; a maior vantagem, talvez, seja a eliminação das ligações entre os vários elementos de um circuito (pois, quando utilizamos componentes discretos, estes devem ser fisicamente interligados, num circuito impresso, e depois testados).

No caso dos circuitos integrados, todo o circuito, com todos os seus componentes, é fabricado de uma só vez. Os custos de produção são reduzidos e a confiabilidade é aumentada.

Os circuitos integrados existem há 15 anos; nesse curto espaço de tempo, foram feitos avanços significativos, pois a complexidade e a sofisticação dos mesmos elevaram-se extraordinariamente, enquanto seus preços baixaram. Hoje em dia, com o auxílio das técnicas de circuitos integrados, é possível confeccionar os simples elementos lógicos básicos, assim como integrar completamente os vários circuitos combinacionais e seqüenciais.

Integração em pequena escala (SSI — small scale integration) é o nome dado às técnicas que permitem a confecção de circuitos integrados que realizam as funções lógicas básicas, tais como portas NE, NOU e «flip-flops».

Circuitos funcionais completos, do tipo combinacional ou seqüencial, são geralmente chamados de circuitos integrados de média escala (MSI — medium scale integrated circuits).

No entanto, a tecnologia atual permite uma maior flexibilidade. Já existe a possibilidade de se construir circuitos e sistemas completos em uma só «pastilha»; por exemplo, um computador digital completo pode ser obtido num único integrado. Tais circuitos são denominados circuitos integrados de larga escala (LSI — large scale integrated circuits).

Nos dias atuais, a grande parte dos equipamentos digitais é realizada com circuitos integrados; existem poucas aplicações onde outras opções sejam necessárias ou desejáveis. No decorrer do nosso curso, daremos prioridade aos circuitos integrados, sua operação e aplicações.

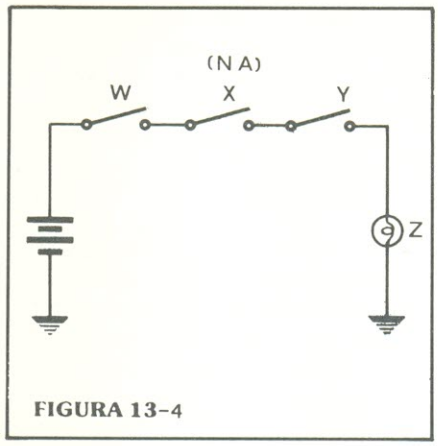


FIGURA 13-4

**Pequeno teste de revisão**

11. Escreva a equação lógica do circuito lógico a relé da figura 13-4.

12. Escreva a equação lógica do circuito da figura 14-4.

13. Desenhe o esquema lógico, a relé, para a função $J = L\overline{K}$.

14. Desenhe o esquema lógico, a relé, para a função $D = A.B + \overline{C}$.

15. Alguns circuitos lógicos, utilizando componentes discretos e relés, ainda são empregados em certos casos onde é preciso:
a. alta velocidade
b. baixo custo
c. pequeno volume
d. alta potência

16. As funções lógicas NE, NOU e outras funções básicas, são chamadas de:

a. SSI
b. MSI
c. LSI
d. discretos

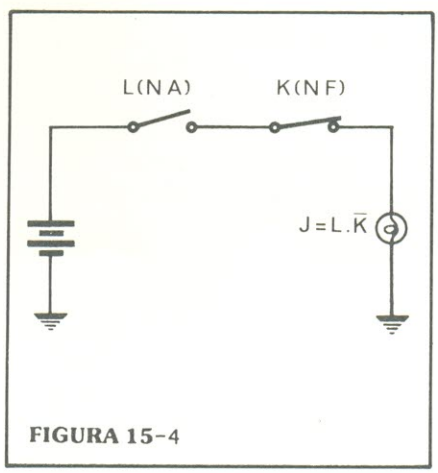


FIGURA 15-4

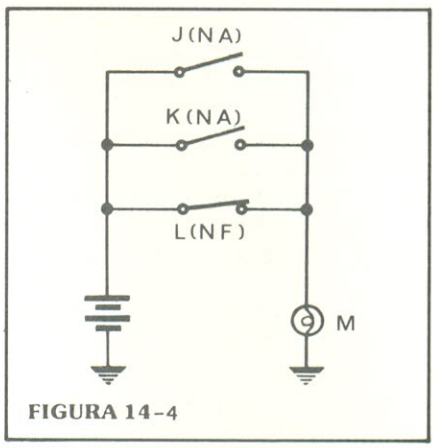


FIGURA 14-4

**Respostas**

**11. $Z = W.X.Y$**

**12. $M = J + K + \overline{L}$**

**13. Ver figura 15-4**

**14. Ver figura 16-4**

**15. (d) — Alta potência**

**16. (a) — SSI (small scale integration ou integração em pequena escala).**

## EXAME GERAL PARA AS LIÇÕES 3 E 4

O objetivo deste exame é o de ajudá-lo a rever os pontos-chave desta lição e da lição anterior. Os problemas foram «bolados» para verificar a assimilação e a compreensão da matéria, fazendo com que você aplique o que aprendeu.

O exame é menos um teste que um método de aprendizagem; seja honesto com você mesmo e trabalhe bem cada questão, antes de conferir a resposta.

1) — As portas lógicas são ligadas normalmente para formar

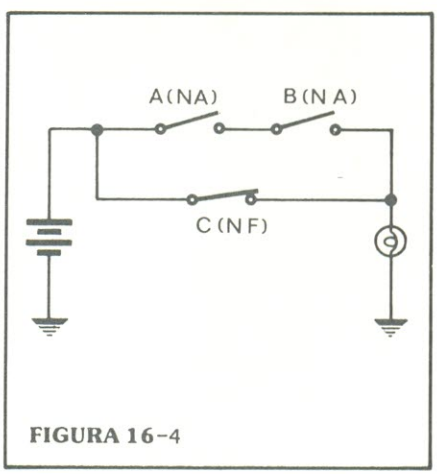


FIGURA 16-4

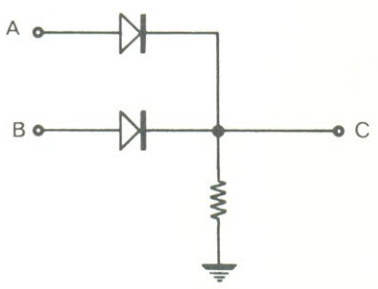



FIGURA 17-4

| Entradas | | Saída |
|---|---|---|
| A | B | C |
| 0 V | 0 V | |
| 0V | +5 V | |
| +5 V | 0 V | |
| +5 V | +5 V | |

TABELA DE TENSÕES

| Entradas | | Saída |
|---|---|---|
| A | B | C |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

LÓGICA POSITIVA

| Entradas | | Saída |
|---|---|---|
| A | B | C |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

LÓGICA NEGATIVA

FIGURA 18-4

elementos lógicos funcionais, chamados circuitos _____.

2) — Desenhe os símbolos lógicos padrão para as portas E, NE, NOU e para o inversor.

3) — Assumindo os níveis lógicos de 0 V e 5 V, analise a operação do circuito lógico da figura 17-4; desenvolva, em seguida, a tabela da verdade das tensões para o mesmo. Determine a função lógica executada pelo circuito, utilizando lógica positiva e depois, lógica negativa; faça uso de tabelas do tipo da figura 18-4, para os três casos.
Função lógica:
com lógica positiva —_____
com lógica negativa —_____

4) — Ao lado de cada uma das equações lógicas abaixo, escreva qual á a função lógica representada
a. $G = \overline{N + M}$ _____
b. $H = J.\overline{K}.L$ _____
c. $A = \overline{B}$ _____
d. $Q = \overline{R.S}$ _____
e. $CLR = PB + RST$ _____

5) — Qual é a função lógica realizada pelo circuito da figura 19-4?
a. E
b. OU
c. NE
d. NOU

6) — O sistema de ignição de um automóvel é feito de tal forma, que o motor só pode partir se as portas estiverem fechadas, os cintos de segurança apertados e a chave ligada. Qual a função lógica representada, neste caso?
a. E
b. OU
c. NE
d. NOU
e. NÃO (inversora)

7) — Identifique, em cada uma das tabelas da verdade abaixo, a função lógica representada. Em todos os casos, A e B são as entradas e C é a saída.

a.

| A | B | C |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |

B.

| A | B | C |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

c.

| A | B | C |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |

d.

| A | B | C |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

e.

| A | C |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

8) — Qual é a função lógica realizada pelo circuito da figura 20-4?
a. E
b. OU
c. NE
d. NOU

9) — Analise a operação da porta lógica a diodos da figura 21-4; assumindo níveis lógicos 0 V e 5 V. Desenvolva uma tabela da verdade e determine a função lógica, de acordo com a lógica positiva e com a lógica negativa; utilize tabelas iguais à da figura 22-4.
Função lógica:
com lógica positiva—_____

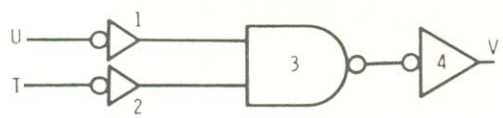



FIGURA 19-4

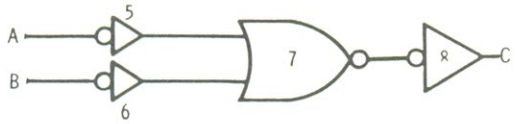



FIGURA 20-4

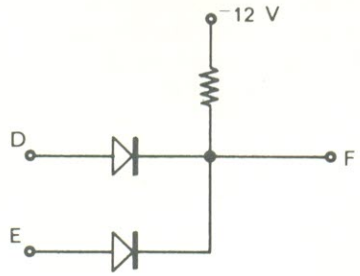



FIGURA 21-4

com lógica negativa —_____

10) Um sistema de alarme residencial é projetado de forma a tocar uma sirene, caso surja uma das seguintes situações: abertura das portas da frente ou dos fundos, de qualquer janela ou da porta da garagem. Qual a função lógica representada?
a. E
b. OU
c. NE
d. NOU
e. NÃO (inversora)

11) — Escreva a equação lógica do circuito lógico, a relés, da figura 23-4.

12) — Desenhe o esquema lógico do circuito de portas de diodos da figura 24-4, empregando, ao invés dos diodos, os símbolos padrão das portas lógicas.

13) Um circuito lógico tem 5 entradas; quantas possíveis combinações de entrada podem existir?
a. 2
b. 4
c. 5
d. 16
e. 32

14) — A figura 25-4 mostra níveis de tensão aplicados a uma porta E e a uma porta OU; dê a saída para cada uma delas:
Saída porta E —_____
Saída porta OU —_____

**Respostas do exame**

1) — Combinacional

2) — Veja a figura 26-4.

3) — Na porta lógica da fig. 17-4, com ambas as entradas em 0 volt, os dois diodos serão cortados e a saída ficará em «0». Com uma entrada em 0 V e a outra em +5 V, o diodo associado aos +5 V conduzirá; o outro diodo permanecerá cortado. A saída, portanto, será de +5 V, menos a tensão de queda sobre o diodo.

Com ambas as entradas em +5 V, os dois diodos conduzirão, e a saída será de +5 V. Sua

| Entradas | | Saída |
|---|---|---|
| D | E | F |
| 0 V | 0 V | |
| 0 V | —5 V | |
| —5 V | 0 V | |
| —5 V | —5 V | |

TABELA DE TENSÕES

| Entradas | | Saída |
|---|---|---|
| D | E | F |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

LÓGICA POSITIVA

| Entradas | | Saída |
|---|---|---|
| D | E | F |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

LÓGICA NEGATIVA

**FIGURA 22-4**

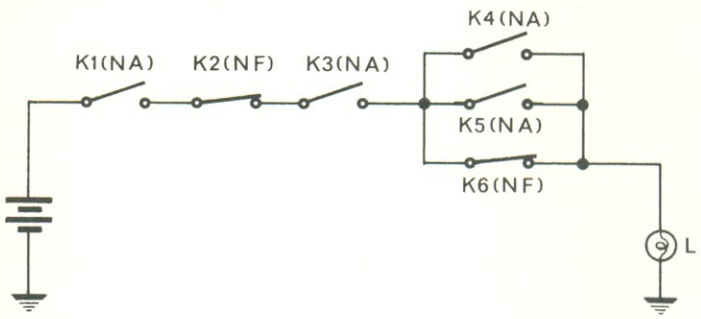



**FIGURA 23-4**

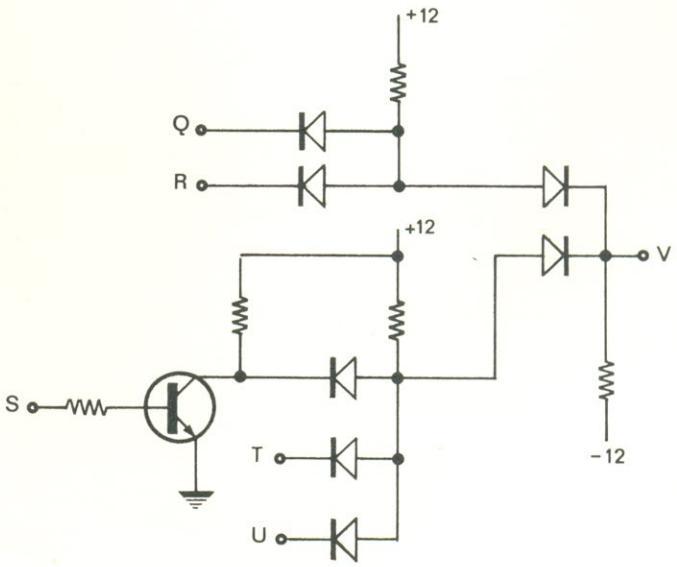



**FIGURA 24-4**

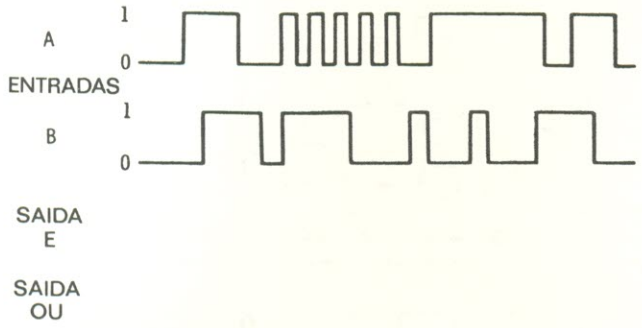



**FIGURA 25-4**

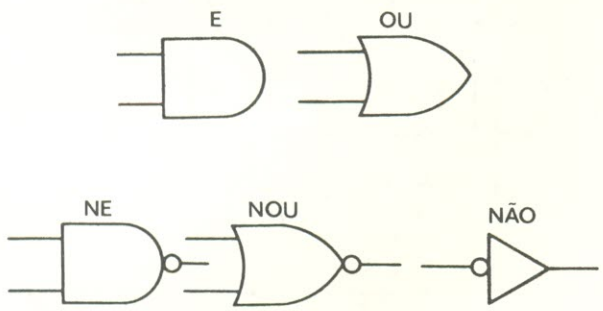



**FIGURA 26-4**

| A | B | C |
|---|---|---|
| 0V | 0V | 0V |
| 0V | +5V | +5V |
| +5V | 0V | 5V |
| +5V | +5V | +5V |

TABELA DE TENSÕES

| A | B | C |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

OU POSITIVA

| A | B | C |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |

E NEGATIVA

**FIGURA 27-4**

| D | E | F |
|---|---|---|
| 0V | 0 | 0V |
| 0V | −5V | 0V |
| −5V | 0V | 0V |
| −5V | −5V | −5V |

TABELA DE TENSOES

| D | E | F |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |

OU POSITIVA

| D | E | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

E NEGATIVA

**FIGURA 28-4**

tabela da verdade deverá estar igual à da figura 27-4a; as tabelas da verdade para a lógica positiva e para a lógica negativa são dadas pelas figuras 27-4b e 27-4c, respectivamente. Esses circuitos realizam as funções OU positiva e E negativa.

4) —
A. $G = \overline{N + M}$ — NOU
b. $H = J.\overline{K}.L$ — E
c. $A = \overline{B}$ — NÃO (inversor)
d. $Q = \overline{R.S}$ — NE
e. $CLR = PB + RST$ — OU

5) — (d) — NOU. A porta NE n.º 3 e os inversores nºs. 1 e 2 formam uma porta OU; o inversor n.º 4 converte esta porta para NOU.

6) — (a) — E. A ignição só permite a partida do motor, se as portas estiverem fechadas E os cintos apertados E a chave de ignição ligada.

7) —
a. OU
b. NOU
c. E
d. NE
e. NÃO

**Nota:** Nesta questão, a seqüência das entradas é irrelevante; a tabela da verdade deve ser analisada em termos da saída produzida pelas várias condições de entrada, apenas.

8) -- (c) — NE. A porta NOU n.º 7 e os inversores nºs. 5 e 6 formam uma porta E; o inversor n.º 8 transforma-a em uma porta NE.

9) — No circuito de portas a diodos da fig. 21-4, se ambas as entradas estiverem em 0 V, os dois diodos irão conduzir e a saída será de 0 V. Se uma das entradas for 0 V, os dois diodos irão conduzir e a saída será de 0 V. Se uma das entradas for 0 V e a outra, —5 V, o diodo associado com a entrada 0 V irá conduzir, e o outro, será polarizado reversamente; deste modo, a saída apresentará os 0 V.

Se ambas as entradas estiverem em —5 V, os dois diodos conduzirão, e a saída será de —5 V. A tabela da verdade das tensões aparece na figura 28-4a ; as tabelas da verdade, para a lógica positiva e para a lógica negativa, aparecem nas figuras 28-4b e 28-4c, respectivamente. Este circuito realiza as funções OU positiva e E negativa.

10) — (b) — OU. A sirene tocará, se for aberta a porta da frente OU a porta dos fundos OU as janelas OU a porta da garagem.

11)
$L = K1.\overline{K2}.K3.(K4 + K5 + \overline{K6})$

12) — Veja a figura 29-4.

13) — (e) — 32. Com 5 entradas, temos $2^5 = 32$ combinações possíveis na entrada.

14) — Veja a figura 30-4.

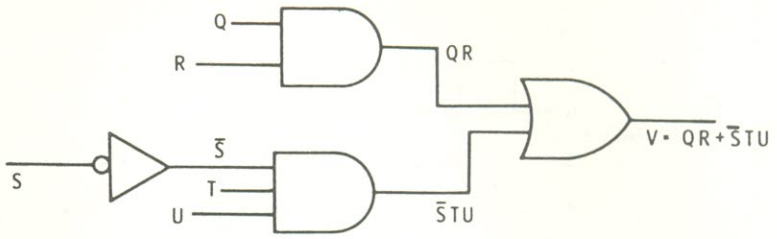


**FIGURA 29-4**

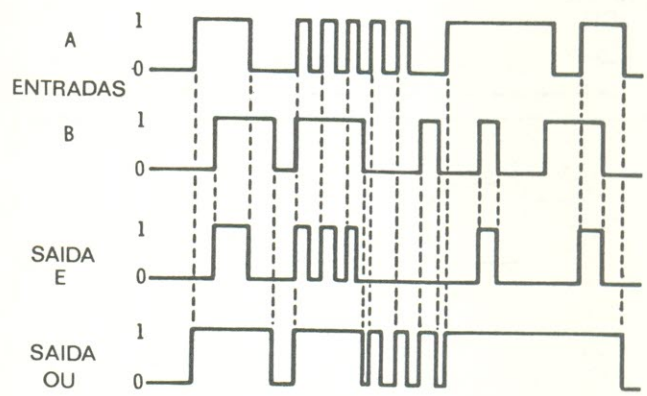


**FIGURA 30-4**


ALFATRONIC

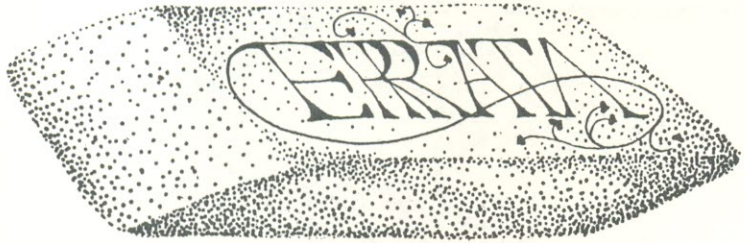
CONECTORES COAXIAIS
MINIATURA, SUBMINIATURA E MICROMINIATURA
PARA UHF e S.H.F.

SEALECTRO ®

COAXIAL

SMA — SMB — SMC — BNC — N
CONHEX — NANOHEX — KWICK — KONNECT
DE ACORDO COM A MIL — C — 39012

ALFATRONIC - IMP.EXP.REPR.LTDA — Av. Rebouças, 1498 — São Paulo — CEP 05402
TEL. PBX 282-0915 — 280-3520 — 280-3526 — Telex (011) 24317




**Revista n.º 9**
**No artigo da Super Fonte Regulada, pág. 258/10;**
**Os resistores R3 e R7 são de ½ W e não ¼ W.**
**Os diodos D1 e D2 são os 30S2, e não 1N 4001.**

# CURSO DE ÁUDIO

## LIÇÃO N.º 9

CLÁUDIO CÉSAR DIAS BAPTISTA

CURSO

### INTRODUÇÃO

Cá estou com a penúltima lição do Curso de Áudio...

Agora, sem o peso da Administração da Editele sobre os ombros, sinto-me retornando ao ALFA, ao chegar ao OMEGA...

Tudo torna a ser como no princípio, quando apenas escrevia artigos e você os lia e estudava.

Agora, uma nova consciência existe, no entanto. Um curso está praticamente editado; você, sabe mais sobre áudio; eu, sei mais sobre você e sobre revistas de eletrônica.

De volta ao sistema anterior de vida, sinto-me mais à vontade e com mais tempo para atendê-lo melhor neste curso e nos que deverão se seguir.

Vamos lá, pois! Um novo, excitante e já prometido assunto nos aguarda para esta lição.

# "INCLUI DIMENSÕES DE UM ABSORVEDOR ACÚSTICO PRÁTICO QUE VOCÊ PODE CONSTRUIR."

## ACÚSTICA!

Não é preciso repetir a enorme importância da **acústica** ao se pensar em sistemas de som.

O ambiente onde se instala um sistema de som é tão importante quanto o próprio sistema, quando se deseja considerar os resultados finais, da produção ou reprodução sonora.

Fazer, em espaço tão curto quanto uma lição deste curso, a explicação de todo o estudo que envolve a acústica de ambientes e a acústica arquitetônica é impossível ou, pelo menos, ineficaz.

Escolherei, ao tratar da acústica, como tem sido meu critério no curso de áudio, a abordagem **prática**, o que resolverá realmente grande quantidade de problemas para grande número de pessoas e, quando estudada e aplicada com bom senso, permitirá resultados de nível «profissional» para amadores.

Descreverei regras gerais sobre o tratamento acústico e principalmente, um absorvedor acústico muito prático.

## TRATAMENTO ACÚSTICO

Para reproduzirmos um som tal como o original gravado, não deveríamos ter, teoricamente, um ambiente que refletisse através de suas paredes e objetos, o som proveniente das caixas acústicas reprodutoras.

O amador menos avisado, muitas vezes levado por raciocínio correto, mas falho em informações básicas, tende a tentar imitar este ambiente teoricamente não refletor, colocando absorventes acústicos comerciais pregados diretamente sobre as paredes, ou sobre pequenos caixilhos nas paredes e teto do recinto que utilizará para audição sonora. Este procedimento, pensa ele, imitará com perfeição o som reproduzido ao ar livre, o qual, este sim é reproduzido com a máxima aproximação do original. Na prática, porém, os absorvedores acústicos não absorvem por igual a todas as freqüências, mas sim, possuem uma curva de absorção como, por exemplo, da figura 1-A. O resultado é que a sala assim tratada apresentará uma resposta à reverberação das freqüências como a da figura 1-B, saindo pior a emenda que o soneto.

Muitas vezes, o som antes do tratamento era mais natural. Eu mesmo já gastei um bocado de dinheiro e tempo enchendo paredes de absorventes acústicos desse tipo mais comum, que a ética me impede de mencionar, e que se usa sempre nos forros dos escritórios (veja bem, não é o absorvedor que não presta...).

As freqüências graves, para

serem absorvidas, necessitariam absorvedores de espessura aproximadamente igual a um quarto do seu comprimento de onda. Imagine como ficaria sua sala com uns dois metros e meio de absorvedores pregados nas paredes (talvez sumisse a sala).

Supondo que a sala esteja construída e não se possa mexer nas paredes, é mais racional tratarmos de absorver ao máximo os sons graves e as demais freqüências de uma maneira média e **sempre absorvendo por igual a todas as freqüências.**

Passo a descrever três tipos básicos de absorvedores acústicos.

## ABSORVEDORES ACÚSTICOS

### Absorvedores Macios

Estes são materiais porosos que são aplicados às paredes; sua ação depende da perda da energia sonora enquanto o ar vibra nos interstícios da espuma, lã de rocha, ou o que for.

Este método funciona muito bem para médios e agudos, mas seria necessário um metro de espessura para absorver os graves. É claro que iria ser perdido muito espaço neste caso.

Estou falando de salas para **reprodução** de som; para **gravação**, não se deve usar mais absorção do que o necessário para cada tipo de programa, pois a reverberação é interessante e necessária, em diferentes graus, para música pop, música sinfônica, vozes, música sacra, etc.

Muitos tipos de absorvedores são encontrados no mercado, com espessuras ao redor de 2 cm, suficientes para sons médios.

O controle das freqüências altas, para as quais a absorção pode ser excessiva, é feito por meio de perfuração dos absorvedores. Com 5% de perfuração, muitos dos agudos vão ser refletidos. Com 25%, muitos serão absorvidos. Diferentes superfícies podem ser alternadas.

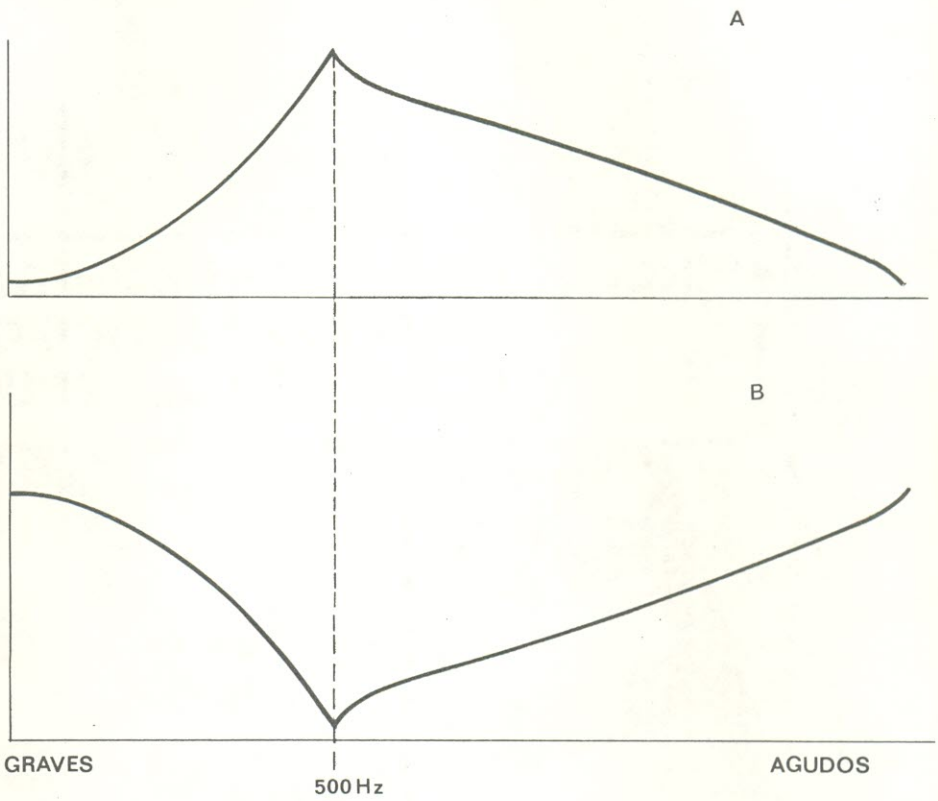



**FIGURA 1**

## RESSOADORES DE HELMHOLZ

Cavidades que são abertas ao ar por um fino tubo, ressoam a determinadas freqüências. Se o interior for preenchido com material absorvedor macio, elas irão absorver aquela freqüência.

A absorção de som de baixa freqüência de largo espectro, pode ser conseguida com bancos de tais ressoadores, mas, apesar de dar bons resultados, esta é uma técnica especializada e não tem tido larga aceitação. É útil, no entanto, para resolver problemas de ressonâncias entre paredes paralelas em estúdios. Não deve ser superestimada esta técnica, devido a que os ressoadores devem ser colocados em lugares determinados, que poderiam ser ocupados por equipamentos do estúdio.

Eu, particularmente, obtive sucesso usando este método em minha sala de som, escavando no chão ressoadores que conseguiram reduzir ressonâncias de 30 ciclos existentes entre as paredes. Não podia colocar móveis grandes próximos às aberturas, pois alteravam os ressoadores.

## ABSORVEDORES DE MEMBRANA

São muito usados para trabalhar com as baixas freqüências, mas os próprios ressoadores podem tornar-se problemáticos. Funcionam de maneira simples: uma membrana de determinado material, por exemplo, papelão, é colocada num lugar sobre um espaço de ar. O material se move com a onda sonora como um pistão, mas seu movimento é amortecido; portanto, aquela energia de baixa freqüência é perdida. É muito difícil conseguir resultados usando esta técnica.

## UM ABSORVEDOR PRÁTICO USADO EM ESTÚDIOS EUROPEUS

Usa-se várias unidades, cada

qual com um tamanho determinado, 60 cm × 60 cm × 18 cm de profundidade. São muito fáceis de construir e instalar, podendo ser feitos por empreiteiros de construção, sem supervisão de engenheiro em acústica, ou pelo próprio leitor.

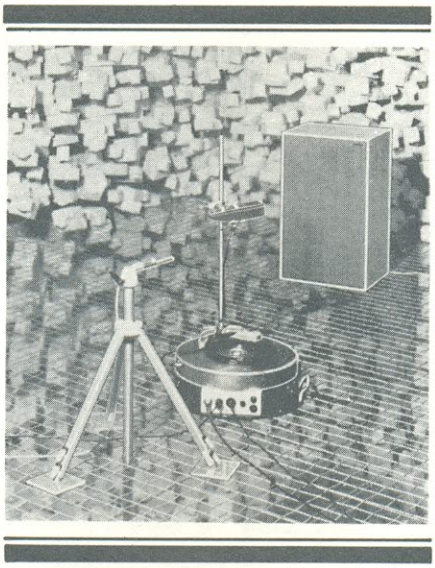
Uma determinada resposta pode ser conseguida, furando-se a superfície de um mesmo módulo padrão, que serve, portanto, para todos os casos, Gostaria de receber correspondência de leitores que aplicarem o método.

A caixa é feita de madeira compensada com fundo também de madeira compensada; o interior é repartido em quatro compartimentos vazios, por divisores de papelão duro, de 15 cm de profundidade. Sobre este espaço de ar, e imediatamente atrás da tampa da caixa, coloca-se 3 cm de lã de rocha de alta densidade. A tampa da caixa pode ser de papelão duro perfurado ou outros materiais perfurados. Se a área de perfuração é muito pequena, ao redor de 0,5%, há um pico de ressonância e absorção mais ou menos a 90 Hz. Se a área perfurada é grande, 20% ou mais, uma absorção de larga faixa de freqüências é obtida, perdendo eficiência a 100 ciclos e abaixo, porém.

Usando-se um grupo de caixas, com dois tipos de perfuração, é possível conseguir curvas de reverberação.

Você, a esta hora, deve estar esperando aquela interrupção normal no curso de Áudio para cafezinho, etc; pois seja.

Enquanto curte alguma coisa, vá fazendo um exercício de mentalizar a caixinha em funcionamento como se as ondas sonoras fossem visíveis; aliás, elas são realmente visíveis para qualquer um que dê a devida importância aos processos subjetivos da imaginação. Você poderá descobrir muito sobre o uso da caixinha, voltando-se para dentro de você mesmo e vivenciando sua aplicação, sem ter que recorrer ao serrote, pregos, martelo e sem machucar os dedos.



## USANDO ABSORVENTES, isto é, ABSORVEDORES

Quando se trabalha na acústica de uma sala, ou estúdio, uma mescla de diferentes tipos de absorvedores deve ser usada.

À proporção de som que é absorvida pelo absorvedor, a uma determinada freqüência, chamamos coeficiente de absorção. As qualidades de absorção de uma parede podem ser calculadas, considerando-se a absorção total como a unidade.

Para áreas pequenas e a determinadas freqüências, os absorvedores podem ter um coeficiente maior que a unidade. A explicação para esta aparente contradição é que o fenômeno é causado por difração. Grandes objetos têm sido descritos como o número de unidades de «janelas abertas», ou seja, seu equivalente em número de metros quadrados de absorção total que representam.

Cálculos feitos desta maneira funcionam; porém, são complexos. Existem, entretanto, regras práticas que podem ser usadas até em trabalhos profissionais, com excelente resultado e servem, evidentemente, para o amador.

1.ª — Use algum de cada tipo de absorvedor em superfícies relacionadas a cada uma das três dimensões (largura, comprimento e altura da sala).

2.ª — Assegure-se de que nenhuma superfície, por pequena que seja, fique sem tratamento acústico, em frente e paralela,ou não, a outra superfície; não esqueça que uma superfície tratada por uma determinada freqüência ou faixa de freqüências pode ser refletora e praticamente não tratada,em relação a outra freqüência ou faixa.

3.ª — Coloque os absorvedores de alta freqüência à altura da cabeça, em estúdios ou salas onde haverá voz falada na programação. Para o chão de estúdios de fala, o melhor é um tapete com forro por baixo, de preferência feltro grosso. Neste caso, o teto necessitará compensação para a absorção dos graves que não são afetados pelo tapete. Assoalhos de tacos são bons para o chão de estúdios de **gravação** e música «viva».

Não deixe de calcular ou experimentar na prática a existência da mobília, principalmente estofados grandes. Não é racional ajustar um estúdio vazio, para depois então enchê-lo de mobília absorvente.

Deixe, ao final de tudo, a preocupação de lado; um problema so existe na prática, quando você o «ouve». Se tiver seguido as regras básicas e a reverberação estiver baixa, provavelmente a difusão do som estará aceitável e você pode, portanto, colocar a mobília na melhor forma, em função da comodidade nas áreas de trabalho.

## O USO DE PAINÉIS

Em função da **gravação** do som, cada tipo de programa deve ter um tipo de acústica ambiente diferente e específica. Consegue-se isto com o uso de painéis móveis, que permitem absorver ou refletir o som.

Existe um método freqüentemente usado, que consiste em um painel móvel de madeira, co-

berto de material absorvedor em apenas um dos lados. Estes painéis têm duas possíveis funções; usando o lado absorvedor voltado e próximo ao microfone, os agudos serão amortecidos; com o lado liso voltado para o microfone os agudos são enfatizados e o ambiente sonoro do estúdio bastante reduzido pelo lado absorvedor.

Em estúdios para música «pop», são usados painéis móveis grandes, de madeira, que ficam em pé sozinhos, em qualquer lugar.

Os painéis em geral produzem os seguintes efeitos:

1.º — Existem distâncias mais curtas entre as reflexões do som no estúdio. Há, portanto, mais reflexões e perda de energia acústica em um determinado tempo. O tempo de reverberação cai para o estúdio como um todo.

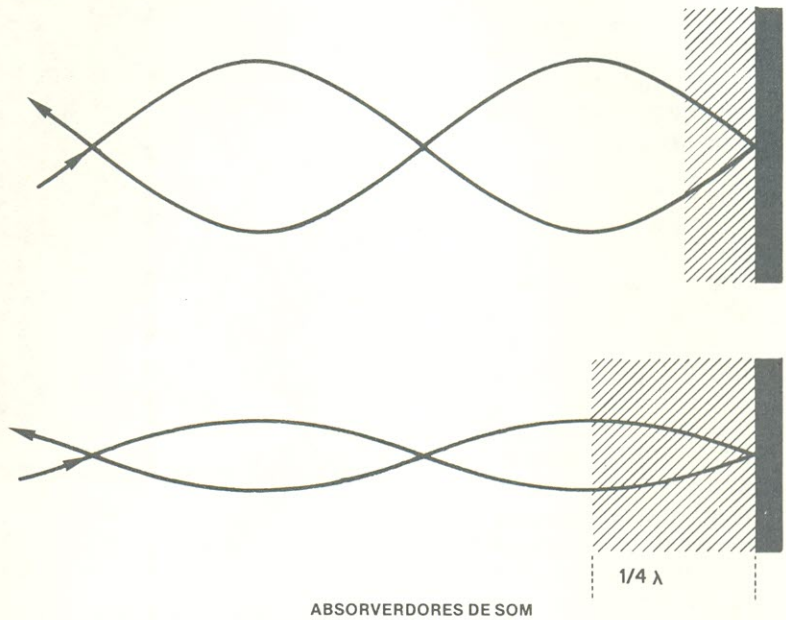
2.º — O som de fontes distantes é reduzido, mas o som que contorna os painéis geralmente sofre perda nos agudos.

3.º — Má colocação dos painéis pode introduzir coloração no som. Dois painéis paralelos, entre os quais está o microfone, produzirão uma onda estacionária que irá colorir o som. Estes efeitos podem ser usados propositadamente, no entanto; mas, costuma-se fazê-lo colocando o microfone próximo a um único painel.

4.º — Para gravação de música, com microfones múltiplos, a separação de um grande número de fontes sonoras próximas pode ser realizada mais efetivamente: em mono isto é importante; em estéreo é essencial.

Deve-se ter, em qualquer estúdio de gravação, alguns painéis por perto; eles geralmente serão úteis, por exemplo, para separar vozes de acompanhamentos fortes ou para reforçar o som de instrumentos de sopro, como a corneta, e também fazê-lo voltar para os músicos situados mais atrás.

**FIGURA 2**




**ABSORVERDORES DE SOM**

Absorvedores de pequena espessura são eficientes apenas para ondas sonoras de freqüências mais altas e curto comprimento de onda.

Painéis, por exemplo, com dois cm de espessura, são pobres absorvedores para quaisquer freqüências que não sejam os agudos; **não servem** para os graves.

Para maior eficiência, o absorvedor deve ser colocado a uma distância igual a ¼ do comprimento de onda.

Para encontrar ¼ do comprimento de onda divida 330 m por segundo pela freqüência que quiser chegar a absorver; terá o comprimento de onda; aí basta dividir por quatro.

Por exemplo: para absorver graves até o bordão de uma guitarra, ou seja, 80 ciclos, será necessário absorver a até um metro de distância da parede.

## UM CASO PRÁTICO

Um de meus amigos, músico nas horas vagas, apesar de excelente músico, tem com alguns conhecidos um conjunto musical, onde estão presentes os instrumentos eletrificados, eletrônicos, de sopro e de percussão que, com a aparelhagem de «vozes», lhe permite executar música popular de diversos tipos, inclusive rock. Como sempre acontece, um dos maiores problemas é o do local para ensaios. O conjunto de meu amigo alugou um local, com uma sala comum, de tamanho suficiente para os ensaios, mas um tanto pequena. Diversos problemas têm surgido. O primeiro deles foi o da reverberação excessiva nas paredes sem tratamento acústico. Para tentar resolver o problema, compraram mantas de lã de vidro, que foram cortadas em tiras e pregadas a esmo, distantes umas das outras, nas paredes. Notou-se alguma melhora na inteligibilidade das vozes e das frases mais rápidas das guitarras e demais instrumentos de som, caracteristicamente de freqüências médias. Quanto ao contra-baixo, no entanto, apesar de ser um Fender modelo Jazz Bass, e o amplificador, um Ampeg de boa qualidade, era impossível ouvi-los «secos» e com nitidez. Fiz ver a meu amigo que a caixa acústica, pela sua própria construção, era um sistema pouco amortecido, feito para aproveitar ao máximo o som dos alto-falantes em ambientes grandes, usando propositadamente ressonâncias para obter eficiência; acrescida essa ressonância, das ressonâncias produzidas no ambiente pelas reflexões sonoras nas paredes, que não eram amortecidas pela lã de vidro, o resultado era um som de nível muito alto, mas de uma continuidade incontrolável e sem qualquer destaque no dedilhado das cordas. Um mar de sons graves preenchia o ambiente, impossibilitando um bom resultado no ensaio.

Foi compreendido pelo pessoal do conjunto que existe uma total diferença entre executar

música em ambientes pequenos e em ambientes grandes e que o ideal seria ensaiarem em local semelhante aos teatros onde fariam seus shows. Compreender isto, no entanto, não resolve o caso, pois não podiam alugar um local maior. Fiz-lhes ver que deveriam amortecer o som dos graves do contra-baixo nos ensaios, desde colocando feltro nas próprias cordas do instrumento, próximo ao cavalete, até tratando o ambiente com as técnicas que já mencionei para amortecer sons graves. Na caixa acústica, não recomendei colocar material acústico amortecedor, pois este tiraria de sintonia o pórtico que carregava acusticamente os alto-falantes e deveria continuar a fazê-lo, para amortecer a ressonância dos cones dos mesmos. Fechar o pórtico, mesmo enchendo a caixa de lã de vidro, não solucionaria, pelo mesmo motivo, o problema. O único meio seria usar uma caixa diferente, tipo suspensão acústica, para os ensaios. Compreenderam que para amortecer efetivamente os alto-falantes, era necessária uma caixa acústica fechada e cheia de lã de vidro, com volume interno **muito menor**. Feito isto, os graves em geral na sala melhoraram bastante, e pareciam paradoxalmente mais fortes por serem mais secos. É claro que foram necessários mais alto-falantes em suspensão acústica, para obterem nível suficiente para o contrabaixo. O problema seguinte era duplo: o som do ensaio escapava pela janela e perturbava os vizinhos, enquanto que o ruído dos automóveis penetrava pelo mesmo caminho perturbando o ensaio e algumas gravações também ali realizadas.

Um tanto desconfiados da eficácia do tratamento acústico, vieram procurar-me, contando que nem toda a lã de vidro, somada às cortinas aplicadas à janela, por idéia deles, resolvera o caso.

Expliquei-lhes que os sons graves atravessavam e contornavam o material acústico, passando pelas menores frestas entre os vidros da janela, como se nada lhes interceptasse o caminho.

Enquanto que os sons agudos são interceptados como se fossem luz, bastando haver um obstáculo relativamente pequeno, os sons graves agem como se fossem pressão de ar, escapando pelas menores frestas. Informei-lhes ser a única solução **vedarem** a janela à passagem do ar, em todas as frestas. Fizeram isso e acabou-se o vazamento e a entrada de som. Um deles resolveu o problema da ventilação colocando um aparelho de ar condicionado com entrada e saída para dentro de outra sala, usando tubulação para evitar o ruído do aparelho.

Eis que resolvidos os maiores problemas acústicos, puderam ensaiar em paz.

Dois meses depois, procuraram-me novamente e pediram-me que assistisse a um show de seu conjunto para opinar a respeito do som.

Após o show, fiz-lhes notar diversos pontos altos em suas execuções que poderiam ter sido melhor apresentados ao público, se houvessem respeitado algumas regras sobre sonorização, que exponho em artigo já redigido, mas ainda não publicado pela Nova Eletrônica.

Expliquei-lhes também que, quando um ambiente não tratado acusticamente, como o teatro onde realizaram o show, não podia ser modificado em função do tipo de música que ali seria apresentada, só havia uma solução, que nenhum conjunto meu conhecido adota, mas que não é uma heresia musical ou artística, como pode parecer à primeira vista.

**A própria música**, em seu arranjo, podia, mais facilmente, e **devia** ser adaptada ao ambiente. Após muita «chiadeira» e discussão, acabaram concordando com a idéia.

As passagens muito rápidas, como frases complexas, mais feitas para demonstrar virtuosismo, que por grande inspiração musical, deveriam ter menos notas com intervalos de tempo maiores entre elas, dando margem à reverberação do ambiente cair de nível, antes que a nota seguinte fosse emitida. Duetos ou solos e contra-solos, que acabavam em improvisos simultâneos entre sintetizador e guitarra, deveriam ser controlados e acalmados para evitar que um turbilhão de sons ininteligíveis fizesse o cérebro da maioria dos ouvintes desistir de interpretar e separar de maneira compreensível os sons e os efeitos psicológicos que os músicos desejavam transmitir.

É verdade que, às vezes, **é** interessante esmagar o público com uma avalanche sonora para libertá-lo e pô-lo a «viajar».

Quando isto é feito, no entanto, do começo ao fim do show, só algumas mentes privilegiadas (ou aciduladas) conseguem seguir a música. Eis pois que um estudo de dinâmica musical de um arranjo deve ser feito também em função da reverberação do ambiente, bem como se pode concluir que música e ambiente formam uma unidade indissolúvel.

Uma boa colocação das caixas acústicas, um bom estudo da relação das fases dos alto-falantes nos pontos de divisão de freqüências, aliados a um arranjo consciente dos efeitos acústicos e psicológicos sobre o público, levou o segundo show a que assisti a um sucesso incomparavelmente maior.

Esta breve história ilustra como a acústica se reveste de importância, até mesmo para o músico e por que motivos certas músicas extremamente agradáveis de serem ouvidas, em reprodução de gravações feitas em estúdios, ou em linhas diretas da mesa de som, em shows ao vivo, não fazem sucesso diante do público, imerso num ambien-

te às vezes extremamente reverberante como a maioria dos teatros brasileiros.

Resta lembrar que não exponho verdades absolutas e que o bom senso ou mesmo a intuição podem ser melhores guias que estas minhas palavras, em certas ocasiões.

**EXPERIMENTO E CONCLUSÃO**

Nona lição... Completa-se a enéada; é chegada a hora de por novamente em evidência a parte subjetiva do curso, ou seja, a idéia que serviu de ponto de partida e hoje deve vir novamente à consciência, enriquecida pelos conhecimentos que eu, tanto quanto você, auferimos, trabalhando juntos.

Aplicado todo o conhecimento resultante das nove lições, a seu equipamento de som, cumpre conscientizar o que foi realizado.

Na sala acusticamente tratada, em presença de um equipamento bem construído, você deverá sentar-se, após escolher para ouvir aquela música que mais profundamente o toca e faz vibrar seu Eu interior.

Luzes amortecidas, você lembrará ponto por ponto, durante o início da música, as modificações e os resultados obtidos, trabalhando sobre a matéria do equipamento sonoro, observará o aumento da qualidade, na reprodução física das ondas sonoras... Será hora de interromper então o procedimento objetivo e fazer algo que a própria necessidade do trabalho aplicado à matéria do equipamento poderá ter roubado a você, tornando-o semelhante a um osciloscópio, sempre pronto a perceber os menores defeitos na reprodução. Tire da consciência os problemas ainda sem solução, existentes em seu equipamento, à medida que a música se desenvolve, recordando-se de que, assim como seu imperfeito aparelho auditivo é um simples e distorcedor intermediário entre a música concebida pelo autor e sua compreensão por você, também há que perdoar a imperfeição do sistema sonoro e deixar que a realidade mesma da concepção mental do autor atinja a mesma realidade, que é a sua mente.

Se você chegou a este ponto, terá uma feliz e mais que compensadora experiência que o encherá de novas energias para o início de novo ciclo de aperfeiçoamento na parte objetiva de seu sistema sonoro.

Na décima lição, e última, do Curso de Áudio, será apresentado a você, ainda que com espaço reduzido, o ponto chave para um novo passo no imenso território do ÁUDIO. É o primeiro que recebe em si a palavra, o sopro do cantor e do instrumento musical. O delicado transdutor que, exceção à regra de serem os transdutores os elos mais fracos da cadeia dos sistemas sonoros, chega hoje a tal aprimoramento tecnológico, que permite transformar a energia acústica em energia elétrica sob condições praticamente ideais. O **microfone** da mais alta qualidade, hoje em dia, supera o ouvido humano, não introduzindo distorções perceptíveis no som.

Até a lição n.º 10, pois... e deixe a música tocar, entrar, e ser.


# TRANSFORMADORES

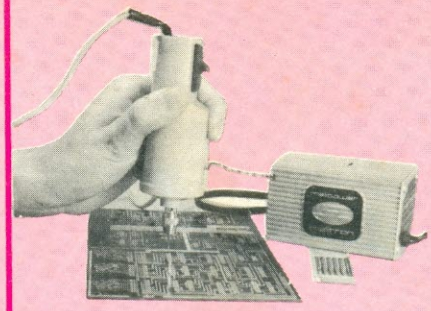
* **Transformadores de até 20 kV**
* **Auto transformadores**
* **Isoladores de linha monofásico/trifásico até 30 kVA**
* **Transformadores para fontes de alimentação**
* **Transformadores para ignição**
* **Transformadores sob encomenda**

ELETRÔNICA VETERANA LTDA. EV

***Eletrônica Veterana Ltda.***
***Ind. e Comércio de Componentes Eletrônicos***

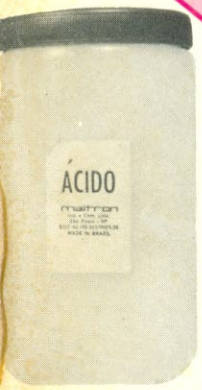
**Rua Aurora, 161 — tel. 221.4292 — Cep.01209 — São Paulo (SP)**

REF. 151
MULTIPROVADOR
MALIPROBE



REF. 157
CAIXA DE 6 BR P/A MALIDRILL

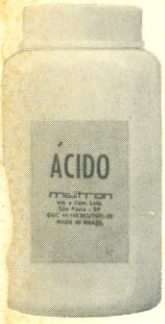
REF. 152a
MALIGRAF (PINCEL)




REF. 159
PERCLORETO FÉRRICO (1 k )

REF. 160a

PRATEX
(PRATEADOR P/
CIRC. IMP.) 100 ML

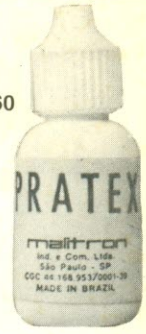



REF. 158
PERCLORETO
ÉRRICO (200 G )




REF. 156 MALIKIT MK III

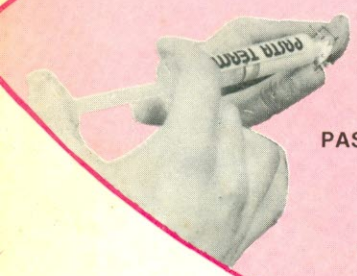
REF. 160




PRATEX
(PRATEADOR P/
CIRC. IMP. ) 10 ML

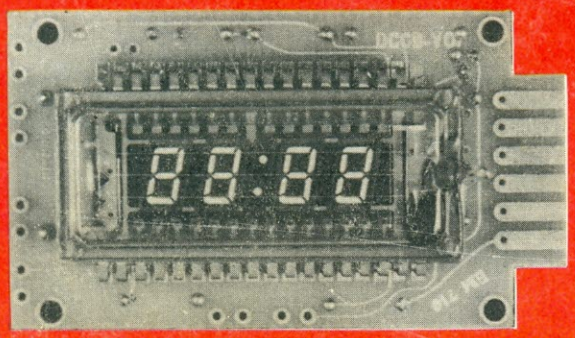
# A VENDA NA FILCRES IMP. REPR. LTDA.

RUA AURORA, 165
CEP 01209 -
CAIXA POSTAL 18.767
TEL: 221-4451, 221-3993
S.P.



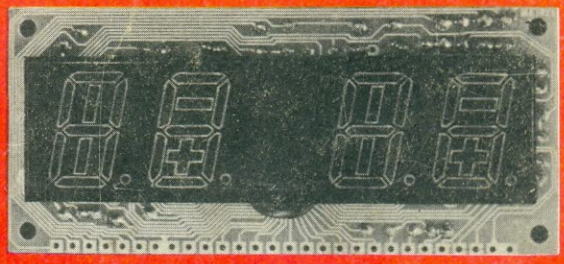

REF. 154
PASTA TÉRMICA

REF. 152
MALIGRAF (NORMÓGRAFO)



MA 1003

módulos de relógios digitais
prontos para serem instalados,
com aplicação em automóveis,
barcos, aviões ou como rádio-relógios



MA 1023A

A VENDA NA FILCRES
Rua Aurora, 165 S.P.
Tel. 221-6760